

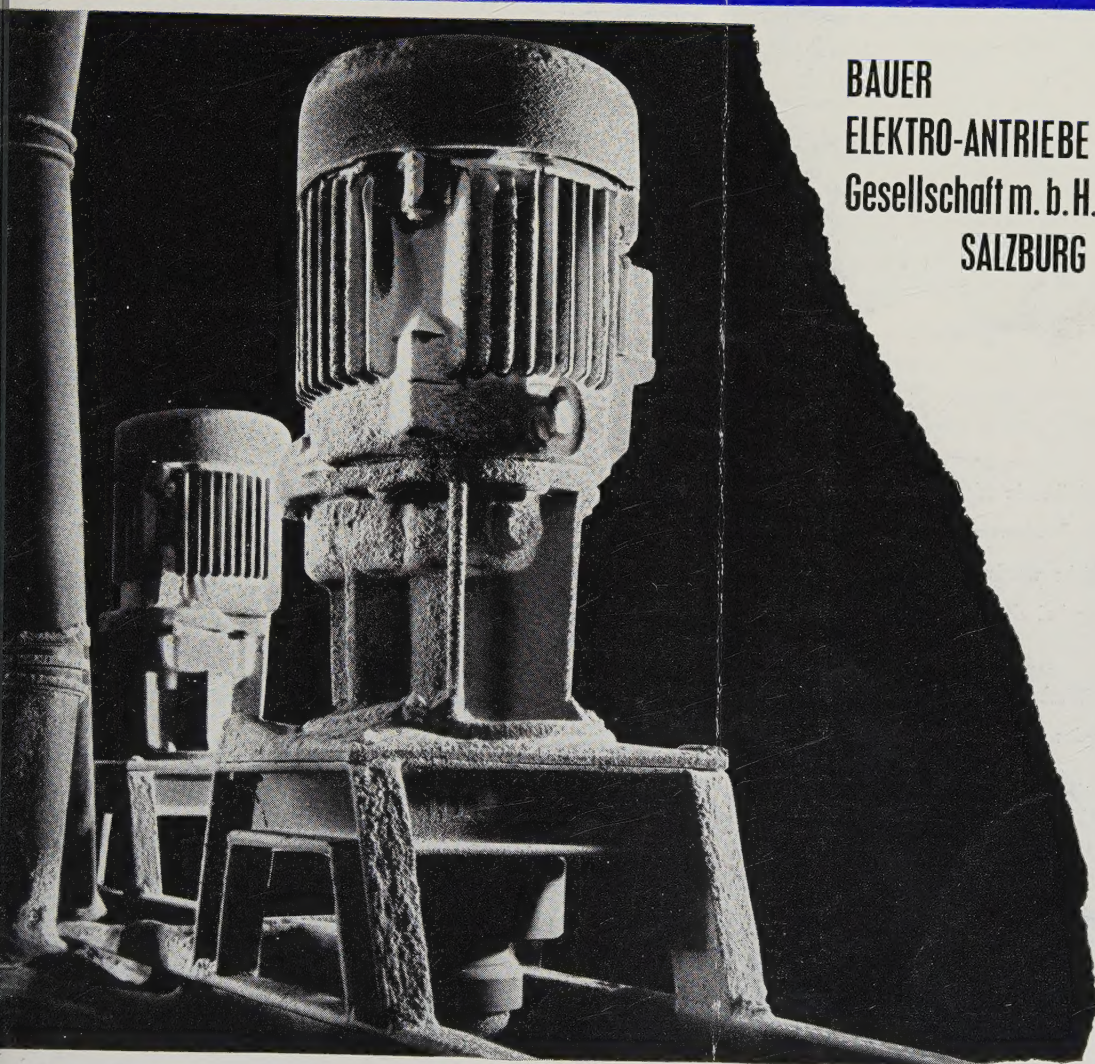
Elektrotechnik und Maschinenbau

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN
VERBANDES FÜR ELEKTROTECHNIK
Hauptleiter: H. SEQUENZ UND F. SMOLA, WIEN SPRINGER-VERLAG, WIEN

1. Jahrgang

Wien, 15. April 1960

Heft 8, Seite 165—184



BAUER
ELEKTRO-ANTRIEBE
Gesellschaft m. b. H.,
SALZBURG

BAUER
Getriebe-Motoren

GEGEN STAUBEINWIRKUNG VOLLKOMMEN GESCHÜTZT

Zementfabriken, Gießereien, Walzwerke, Mühlen, Zuckerfabriken und viele andere staubgefährdete Betriebe können auf einen zuverlässigen Antrieb ihrer langsamlaufenden Maschinen und Apparate nicht verzichten. Sie verwenden daher BAUER-Getriebe-Motoren, die sich auf Grund ihrer Konstruktion und Präzisionsfertigung seit drei Jahrzehnten in diesen Anlagen bewährt haben.

BAUER-Getriebe-Motoren nach DIN 40060 geprüft, serienmäßig in Schutzart P 54 hergestellt, bringen Vorteile auch für Ihren Betrieb.

Elektronische Messgeräte neu durchdacht



*Das elektronische Werkzeug:
Täglich in Ihren Händen
In grosser Typenauswahl
Nach hochmodernen Verfahren
hergestellt
In Grossserien gefertigt
Automatisch kontrolliert*
Leicht zu warten*

* Stets gleichbleibende Eigenschaften und präzise Messergebnisse sind die besonderen Merkmale der Philips elektronischen Werkzeuge.

Erreicht werden diese Vorzüge durch eine automatisch überwachte Fließbandfertigung, bei der menschliche Irrtümer ausgeschlossen sind.

Unbedingte Zuverlässigkeit bei täglichem Gebrauch in Werkstatt und Laboratorium ist verbunden mit der Einfachheit der Bedienung, der Klarheit und der Übersichtlichkeit im Aufbau.

Die Summe all dieser Merkmale, das ist die neue Idee der Philips elektronischen Werkzeuge für die Industrie.

PHILIPS Messgeräte - Zuverlässige



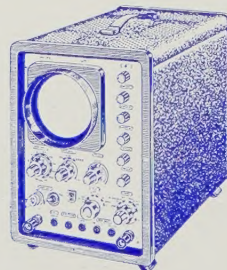
Werkzeuge für Industrie
und Forschung

Philips Gesellschaft m.b.H., Schwarzenbergplatz 2, Wien I.



Hochfrequenz-Oszillograf GM 5601

*Elektronenstrahlröhre: DH 10-78
flacher Schirm, Durchmesser 10 cm
Beschleunigungsspannung 1,9 kV
Vertikalverstärker: 0 ... 5 MHz ($-3 \pm \frac{1}{2}$ db)
Ablenkfaktor: 100 mV/cm
Unsicherheit des Ablenkfaktors: $\pm 3 \%$
Zeitablenkung: 0,5 μ s/cm/... 2 ms/cm
Unsicherheit des Zeitmassstabes: $\pm 5 \%$
Dehnung der Horizontalablenkung max. 5-fach
Interne Triggerung bis 1 MHz mit einer
Bildhöhe von minimal 5 mm*



Der Preis -
eine angenehme Überraschung

Zur Theorie thermodynamischer Vorgänge im elektromagnetischen Feld

Von LEONHARD KNEISSLER, Wien

DK 538.311 : 536.765

Bei der Untersuchung thermodynamischer Vorgänge im elektromagnetischen Feld erweist es sich als störend, daß die klassische Thermodynamik des Makrobereiches im allgemeinen endliche Mengen betrachtet, während der Maxwell'schen Theorie Differentialgleichungen zugrunde liegen. Es bietet keine Schwierigkeit die Aussagen der Maxwell'schen Theorie in dem hier erforderlichen Umfang in der Integralform zu verwenden. Doch scheint es aber einer Untersuchung wert, ob nicht die grundlegenden Vorgänge der Thermodynamik als Differentialgleichungen formuliert werden können, wodurch sich ein organischer Anschluß an die Maxwell'schen Gleichungen ergäbe.

Es ist hierbei von vorneherein klar, daß die thermodynamischen Differentialgleichungen ein anderes Gepräge haben müssen als die Maxwell'schen. Geben die letzteren mit den erforderlichen Randbedingungen den Ablauf eines Vorganges eindeutig an, so handelt es sich bei den ersteren um die Formulierung von Prinzipien. Insbesondere besteht die Schwierigkeit, daß das Entropieprinzip, gemäß welchem die Entropie eines abgeschlossenen Volumens niemals abnehmen kann, nur aus der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit begründet werden kann; ein Begriff, der der Kontinuitätstheorie notwendig fremd ist. In deren Rahmen muß daher das Entropieprinzip als selbständiges von außen gefordertes Postulat auftreten; ein Umstand, der jedoch auch für die klassische Thermodynamik des Makrobereiches gilt.

Wenn im Folgenden der Versuch gemacht wird, die thermodynamischen Vorgänge im elektromagnetischen Feld an Hand der Maxwell'schen und der thermodynamischen Differentialgleichungen zu analysieren, so geschieht es in der Absicht, die Theorie der thermodynamischen Vorgänge im elektromagnetischen Feld organisch an die Maxwell'sche Theorie anzuschließen. Wenn hieraus auch sachlich nichts Neues resultieren kann, so ergeben sich doch veränderte Gesichtspunkte.

Die Energie kann als Medium oder Substanz sui generis lokalisiert und in ihrer Bewegung verfolgt werden. Was ihre Bewegung betrifft, so erfolgt diese im Kontinuitätstheoretischen Rahmen als Fluß dieses Mediums, wobei mehrere Teilflüsse unterschieden werden können.

Der Wärmefluß, genauer die vektorielle Wärmeflußdichte, ist durch den Ausdruck

$$\mathbf{w} = -\lambda \nabla T \quad (1)$$

gegeben; den elektromagnetischen Energiefluß gibt der Poyntingsche Vektor an

$$\mathbf{z}_{el} = \frac{c}{4\pi} \mathbf{E} \times \mathbf{H}. \quad (2)$$

Das hier verwendete Maßsystem ist das Gaußsche, das sich für grundsätzliche Untersuchungen wesentlich besser eignet als das Giorgische.

Als weiterer Energiefluß ist noch der der mechanischen Energie heranzuziehen. Er kann gleichfalls explizit angegeben werden [2], doch wird dieser Ausdruck im folgenden nicht benötigt. Die vektorielle Dichte des mechanischen Energieflusses werde durch \mathbf{z}_m bezeichnet.

Durch das gemeinsame Zeichen \mathbf{z} für den elektromagnetischen und mechanischen Energiefluß soll die Äquivalenz dieser beiden in thermodynamischer Beziehung angedeutet werden. Von anderen Energieteilflüssen, insbesondere dem Energietransport durch stoffliche Bewegung, soll hier abgesehen werden.

Im Gegensatz zu der Möglichkeit, die verschiedenen Energieteilflüsse explizit zu unterscheiden, steht der Umstand, daß die Energie nicht allgemein eindeutig in verschiedene Energiearten unterteilt werden kann.

Die Zeichen für die verwendeten Größen sind folgende:

u	Energiedichte,
U	Energiebetrag eines Volumens,
s	Entropiedichte,
S	Entropiebetrag eines Volumens,
T	absolute Temperatur,
\mathbf{z}_{el}	Vektor der elektromagnetischen Energieflußdichte,
\mathbf{z}_m	Vektor der mechanischen Energieflußdichte,
$\mathbf{z} = \mathbf{z}_{el} + \mathbf{z}_m$	
\mathbf{w}	Vektor der Wärmeflußdichte,
λ	Wärmeleitfähigkeit,
V	Volumen.

Für ein gerichtetes, einer Hülle angehörendes Flächenelement wird das Zeichen $d\mathcal{F}$ verwendet, wobei $d\mathcal{F}$ nach außen weist.

Die Ableitungen nach der Zeit t werden der Einfachheit halber durch einen Strich gekennzeichnet

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \dot{u}', \quad \frac{dU}{dt} = U' \quad \text{usw.}$$

Der 1. Hauptsatz wird in differentieller Form durch die Kontinuitätsgleichung der Energie

$$u' + \operatorname{div}(\mathbf{z} + \mathbf{w}) = 0 \quad (3a)$$

angegeben.

Die Integration von (3a) über ein Volumen mit Hilfe des im Folgenden öfters herangezogenen Integralsatzes von Gauß ergibt

$$\int_V u' dV + \int_V \operatorname{div}(\mathbf{z} + \mathbf{w}) dV = U' + \int_{\text{Hülle}} (\mathbf{z} + \mathbf{w}) d\mathcal{F} = 0; \quad (3b)$$

die Energie eines Volumens kann nur infolge Energiedurchtrittes durch die Oberfläche des Volumens zu- oder abnehmen.

Wenn im folgenden von Ein- oder Ausströmen durch eine Oberfläche oder Hülle gesprochen wird, so gilt dies für Gleichungen analog (3b); doch wird, auch wenn der Betrachtung eine Form wie (3a) zugrunde liegt, dieser Ausdruck sinngemäß verwendet.

Da, wie bereits bemerkt, ein konvektiver Energiefluß durch in Bewegung befindliche Materie ausgeschlossen bleiben soll, wird angenommen, daß die Oberfläche des betrachteten Volumens in der Materie festliegt und von dieser bei der Bewegung mitgenommen wird. Werden später die Maxwell'schen Gleichungen herangezogen, die nur für ruhende Materie gelten, muß von materieller Bewegung überhaupt abgesehen werden.

(3a) allein ist in thermodynamischer Beziehung ohne Belang. Zur Formulierung der Differentialgleichung, die sich auf den 2. Hauptsatz bezieht, gehen wir von dem für reversible Prozesse gültigen Planckschen Ausdruck

$$dS - \frac{dU + p dV}{T} = 0 \quad (4)$$

aus, in welchem p den Druck des gasförmigen oder flüssigen Mediums bedeutet. Daß hier nur *eine* Temperatur T auftritt, die innerhalb der betrachteten Stoffmenge (nahezu) konstant sein muß, ist dadurch bedingt, daß hier eine, die Entropie vermehrende, Wärmeleitung auszuschließen ist, da (4) nur für reversible Vorgänge gilt. Diese Schwierigkeit läßt sich nur durch die Annahme einer räumlich nahezu konstanten Temperatur mit einer im Grenzwert unendlich langen Dauer des Wärmeflusses beseitigen. $p dV$ gibt das (unvollständige) Differential der durch die Oberfläche tretenden mechanischen Energie an. An deren Stelle setzen wir verallgemeinernd den Ausdruck für den mechanischen Energiefluß, wobei noch die zeitliche Ableitung einzuführen ist.

$$p \frac{dV}{dt} = \int_H \dot{\mathfrak{z}}_m d\mathfrak{F}. \quad (5)$$

Aus (4) und (5) folgt

$$TS' - U' - \int_H \dot{\mathfrak{z}}_m d\mathfrak{F} = 0. \quad (6)$$

Bei irreversiblen Vorgängen ergibt sich eine Entropiezunahme, die durch den Ansatz

$$TS' - U' - \int_H \dot{\mathfrak{z}}_m d\mathfrak{F} = Y' \quad (7)$$

berücksichtigt werden soll; wobei die Größe

$$Y' = \int_V y' dV \quad (8)$$

noch zu deuten sein wird.

Da wegen der berücksichtigten Irreversibilität des Vorganges die Temperatur nunmehr räumlich sowie zeitlich veränderlich angenommen werden kann, setzen wir weiter an Stelle von TS' den Ausdruck

$$\int_V T s' dV.$$

Ferner gilt gemäß dem Gaußschen Satz

$$\int_H \dot{\mathfrak{z}}_m d\mathfrak{F} = \int_V \operatorname{div} \dot{\mathfrak{z}}_m dV. \quad (9)$$

Aus (7) wird daher

$$u' - Ts' + \operatorname{div} \dot{\mathfrak{z}}_m = -y'. \quad (10)$$

Wird in (3a) vom elektromagnetischen Energiefluß abgesehen, so folgt dort

$$u' + \operatorname{div} \dot{\mathfrak{z}}_m = -\operatorname{div} \mathfrak{w}. \quad (11)$$

Aus (10) und (11) ergibt sich schließlich

$$Ts' + \operatorname{div} \mathfrak{w} = y'. \quad (12)$$

Diese Gleichung wird im folgenden mit (3a) als Grundgleichung dienen und soll zunächst allein näher betrachtet werden.

Das erste Glied links bedeutet das unvollständige Differential der die Entropie-Änderung bedingenden Wärmemenge, das zweite den Wärmefluß durch die Oberfläche. Zusammen geben sie bei positivem y' die „Produktion“ von Wärme an, bei negativem y' das Verschwinden solcher. Wo Wärme entsteht, muß Energie anderer Form verschwinden. Konform damit gibt die linke Seite von (12) bei negativem y' die Produktion mechanischer und — wie später noch gezeigt werden wird — auch elektromagnetischer Energie an.

y' bedeutet daher, wenn es positiv ist, die auf Raum- und Zeiteinheit bezogene, in Wärme übergehende mechanische oder elektromagnetische Energiemenge; wenn es negativ ist, die Umwandlung in umgekehrter Richtung.

Ein negativer Wert von y' kann nur stellenweise auftreten, und zwar nur im Teilbereich eines vollständigen Vorganges, in dessen übrigen Bereich y' positiv ist, da andernfalls das Entropieprinzip verletzt würde. So ist y' an der wärmeren Schweißstelle des später näher behandelten Thermo-Elementes negativ, da dort Wärme in elektromagnetische Energie umgewandelt wird, während es an der kühleren Schweißstelle positiv auftritt.

Nun bedeutet ein positiver Wert von y' , also Umwandlung mechanischer oder elektromagnetischer Energie in Wärme, einen irreversiblen Vorgang. Da ein negativer Wert durch einen positiven kompensiert werden muß, da andernfalls das Entropieprinzip verletzt würde, bedeutet auf jeden Fall ein von Null verschiedener Wert von y' einen irreversiblen Vorgang.

Es erhebt sich hier die Frage, wieso die Umwandlung der Energien überhaupt dargestellt werden kann, da die Unterscheidung verschiedener Energiearten allgemeingültig nicht möglich ist. Das Mittel, das der Theorie hierzu dient, sind die unvollständigen Differentiale wie $T \partial s$, die zwar definiert, aber als solche nicht Differentiale definierbarer Mengen sind.

Aus (12) wird durch Umstellung

$$s' = -\frac{\operatorname{div} \mathfrak{w}}{T} + \frac{y'}{T}. \quad (13a)$$

Nun ist

$$\frac{\operatorname{div} \mathfrak{w}}{T} = \operatorname{div} \frac{\mathfrak{w}}{T} - \mathfrak{w} \nabla \frac{1}{T}, \quad (13b)$$

weiter

$$\mathfrak{w} \nabla \frac{1}{T} = -\lambda \nabla T \cdot \nabla \frac{1}{T} = \lambda \left(\frac{\nabla T}{T} \right)^2. \quad (13c)$$

Aus (13a) wird daher

$$s' = -\operatorname{div} \frac{\mathfrak{w}}{T} + \lambda \left(\frac{\nabla T}{T} \right)^2 + \frac{y'}{T} \quad (14a)$$

oder

$$S' = -\int_H \frac{\mathfrak{w}}{T} d\mathfrak{F} + \int_V \lambda \left(\frac{\nabla T}{T} \right)^2 dV + \int_V \frac{y'}{T} dV. \quad (14b)$$

(14a) und (14b) geben die drei zur Entropieänderung führenden Fälle an. Das erste Glied rechts bezieht sich auf den Wärmefluß durch die Oberfläche der betrachteten Stoffmenge.

Werden die beiden anderen Ausdrücke rechts gleich null angenommen, so verbleibt

$$S' = -\int_H \frac{\mathfrak{w}}{T} d\mathfrak{F}. \quad (15)$$

Die Entropie nimmt infolge des Wärmeflusses durch die Oberfläche zu oder ab, wobei die Temperatur an der betreffenden Hüllenstelle Einfluß nimmt. Der durch (15) angegebene Vorgang ist reversibel und (15) kann als Ausgangspunkt für die Definition der Entropie dienen, wie es der historischen Entwicklung entspricht. Daß sich sodann s als eine Zustandsfunktion erweist, gehört zur Grundlage des 2. Hauptsatzes.

Das zweite Glied rechts in (14a) oder (14b) ist notwendig stets positiv; es gibt die Entropiezunahme infolge Wärmeleitung an. Hierzu sei folgendes bemerkt. In den allgemeinen Grundgleichungen der klassischen Thermodynamik tritt bei der Entropiezunahme einer Stoffmenge das Ungleichheitszeichen auf. Es rührt dies daher, daß das Ausmaß der Entropiezunahme von dem betreffenden speziellen Vorgang abhängt und nur dann angegeben werden kann, wenn dieser bekannt ist. Die Wärmeleitung stellt nun einen speziellen, bei gegebenem λ vollständig bekannten Vorgang dar, so daß die durch diesen bedingte Entropiezunahme quantitativ bestimmt ist. Analoges gilt für das dritte Glied. Dieses gibt die Entropie-Änderung durch Energie-Umwandlung im Volumen an.

Hier muß jedoch zwischen (14a) und (14b) ein wesentlicher Unterschied gemacht werden. y'/T kann, wie oben bemerkt, positiv, null oder negativ sein; das Integral über das Volumen eines vollständigen, räumlich abgeschlossenen Vorganges

$$\int_V \frac{y'}{T} dV$$

kann jedoch dem Entropieprinzip gemäß nur null oder positiv, aber niemals negativ sein. Andernfalls wäre das Entropieprinzip verletzt. Denn es würde die Entropie einer abgeschlossenen Stoffmenge, an deren Oberfläche $w = 0$ gilt, und in der keine Wärmeleitung stattfindet, abnehmen.

Streng genommen würde (14b) die Möglichkeit gestatten, daß eine Entropieverminderung infolge eines negativen Wertes des dritten Gliedes durch den positiven Wert des zweiten Gliedes, also durch Wärmeleitung, kompensiert wird. Schließen wir einen solchen Vorgang aus, so ergibt sich hieraus die Forderung, daß das dritte Glied in (14b) niemals negativ werden kann; mechanische und elektromagnetische Energie im Bereich eines vollständigen Vorganges resultierend also nur in Wärme umgewandelt werden kann und nicht umgekehrt.

Der besprochene Unterschied zwischen (14a) und (14b), daß also y' außer positiv oder null auch negativ sein kann, das Volumintegral von y'/T über eine abgeschlossene Stoffmenge jedoch niemals negativ, bedeutet die vom Entropieprinzip erhobene Forderung, die im Rahmen der Kontinuitätstheorie nicht begründet werden kann.

Dieser Unterschied erfordert, auch zwischen zweierlei Vorgängen zu unterscheiden. Findet in allen Teilen eines Volumens ein gleichartiger Vorgang, etwa mechanische Reibung, statt, so kann die Differentialgleichung (14a) allein herangezogen werden, da bei einem solchen y' überall positiv sein muß. Bei uneinheitlichen Vorgängen, wie bei einem Thermo-Element, kann zwar jede der Schweißstellen an Hand der Differentialgleichung (14a) untersucht werden, doch ist eine solche

Untersuchung notwendig unvollständig; zur Untersuchung des Gesamtvorganges muß (14b) herangezogen werden.

Daß y' stellenweise negativ sein kann, sei an einem Analogiebeispiel erläutert. Gesetzt, daß eine Anzahl zunächst ruhender Massen zwangsläufig so miteinander verbunden sei, daß sie nur steigen oder fallen können, so kann der resultierende Schwerpunkt aller Massen im Falle von Bewegungen ohne Energiezufuhr niemals steigen; was nicht ausschließt, daß einzelne Massen auf Kosten anderer steigen. Bei thermodynamischen Vorgängen dürfen wir einen im Wesen analogen Mechanismus annehmen.

(14a) und (14b) geben die drei Fälle der Entropieänderung im Rahmen dieser Untersuchung vollständig an. Bei $y' \neq 0$ ist der Vorgang irreversibel; wenn $y' = 0$, kann er es infolge Wärmeleitung sein. Das erste Glied gibt einen an sich reversiblen Vorgang an; die beiden letzteren irreversible.

Der Umstand, daß das erste Glied in (14a) und (14b) einen reversiblen Vorgang angibt, gestattet den Versuch, die Entropie analog der Energie als eine „Substanz“ sui generis aufzufassen. Hierzu wäre neben der Entropiedichte noch die Größe „Entropiefluß“, zu definieren.

Werden (14a) bzw. (14b) in der Anordnung

$$s' + \operatorname{div} \frac{w}{T} = \lambda \left(\frac{\nabla T}{T} \right)^2 + \frac{y'}{T} \quad (16a)$$

oder

$$S' + \int_H \frac{w}{T} d\mathfrak{F} = \int_V \lambda \left(\frac{\nabla T}{T} \right)^2 dV + \int_V \frac{y'}{T} dV \quad (16b)$$

geschrieben, so steht links, wenn w/T als die vektorielle „Entropieflußdichte“ bezeichnet wird, die Produktion von Entropie; die im Rahmen dieser Untersuchung zwei, und nur zwei, Ursachen hat, und zwar Wärmeleitung und Energie-Umwandlung. Demgemäß kann die Entropie als eine Substanz sui generis aufgefaßt werden, deren Strömen sich verfolgen läßt und die durch Wärmeleitung und Energie-Umwandlung erzeugt werden, infolge Energie-Umwandlung entgegengesetzter Richtung stellenweise verschwinden kann.

An zwei einfachen Beispielen soll dies näher erläutert werden.

In einem geraden Zylinder aus wärmeleitendem Material nehme die Temperatur entlang der Achse, und nur in dieser Richtung, gleichmäßig ab. Es besteht daher ein stationärer Wärmefluß in axialer Richtung, der für jeden Querschnitt den gleichen Betrag

$$\int w d\mathfrak{F} = Q'$$

besitzt.

Die Entropie eines Volumens zwischen zwei Querschnitten bleibt wegen des stationären Vorganges konstant; es ist $S' = 0$. Da eine Energie-Umwandlung nicht stattfindet, verbleibt von (16b)

$$\int_H \frac{w}{T} d\mathfrak{F} = \int_V \lambda \left(\frac{\nabla T}{T} \right)^2 dV.$$

Ist T_1 die Temperatur des Querschnittes, durch den die Wärme in das betrachtete Volumen einströmt, T_2 die Temperatur des Querschnittes, durch den die Wärme ausströmt, so gilt für dieses Volumen

$$\int_V \lambda \left(\frac{\nabla T}{T} \right)^2 dV = Q' \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right),$$

was sich leicht zeigen läßt, wenn (13c) herangezogen und berücksichtigt wird, daß der Gradient hier zur Ableitung nach einer Variablen wird, etwa nach x entlang der Achse.

$$\text{Also folgt } \int_H \frac{w}{T} d\mathfrak{F} = Q' \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right).$$

Es strömt demnach in das Volumen ebensoviel Wärme aus als ein; es strömt jedoch mehr Entropie aus als ein, und zwar um denjenigen Betrag, der infolge der Wärmeleitung im Volumen entsteht.

Fließt durch den Zylinder ein elektrischer Strom der vektoriellen Stromdichte \mathfrak{J} , so ist die Stromwärme, wenn ϱ den spezifischen Widerstand bedeutet, $\varrho \mathfrak{J}^2$.

In diesem Falle der Umwandlung elektromagnetischer Energie in Wärme gilt

$$\varrho \mathfrak{J}^2 = y'$$

und aus (16b) wird

$$S' + \int_H \frac{w}{T} d\mathfrak{F} = \int_V \lambda \left(\frac{\nabla T}{T} \right)^2 dV + \int_V \frac{\varrho \mathfrak{J}^2}{T} dV.$$

Zu der Entropie-Erzeugung durch Wärmeleitung tritt hier noch diejenige durch Energie-Umwandlung.

Die den folgenden Untersuchungen zugrunde gelegten Differentialgleichungen sind zusammengestellt folgende:

$$u' + \operatorname{div}(\mathfrak{J} + w) = 0 \quad (A)$$

$$T s' + \operatorname{div} w = y'; \quad (B)$$

aus diesen beiden folgt

$$(u' - T s') + \operatorname{div} \mathfrak{J} = -y' \quad (C)$$

und, wenn noch die freie Energie

$$f = u - T s$$

eingeführt wird,

$$f' + T' s' + \operatorname{div} \mathfrak{J} = -y'. \quad (D)$$

Aus (D) folgen, wenn keine Energie-Umwandlung stattfindet und dem Volumen keine Energie entnommen wird, die Helmholtzschen Beziehungen

$$s = - \frac{f'}{T'}$$

und

$$f = u + T \frac{f'}{T'}.$$

Die Gleichungen (A) bis (D) sollen zunächst zur Untersuchung einiger mechanisch-thermodynamischer Vorgänge herangezogen werden.

Bei reversiblen Vorgängen führt mit $y' = 0$ der Weg zurück zum Planckschen Ausdruck (4). Da sich an Hand der Differentialgleichungen jedoch etwas veränderte Gesichtspunkte ergeben, soll auf einige solcher Prozesse näher eingegangen werden. Wenn dabei auch die Integralform der Grundgleichungen Verwendung findet, so geschieht dies, da die Veränderung der Dichten u und s auf Grund der Volumänderung dadurch am einfachsten berücksichtigt wird.

Bei adiabatischen Volumänderungen eines idealen Gases gilt $y' = 0$ und

$$\int_V \operatorname{div} w dV = \int_H w d\mathfrak{F} = 0;$$

somit folgt aus (B)

$$\int_V T s' dV = 0. \quad (17a)$$

Wird von der Wärmeleitung abgesehen, also räumlich konstante Temperatur angenommen, so ergibt sich

$$T \int_V s' dV = T S' = 0, \quad (17b)$$

also Konstanz der Entropie.

Dieses Resultat folgt ebenso aus (B) in der Form

$$s' + \frac{\operatorname{div} w}{T} = 0;$$

denn, wird in (13b) der Gradient gestrichen, so folgt für diesen Fall

$$\operatorname{div} \frac{w}{T} = \frac{\operatorname{div} w}{T}$$

woraus sich, da beim adiabatischen Prozeß

$$\int_H \frac{w}{T} d\mathfrak{F} = 0$$

gilt, aus (14b) wieder die Konstanz der Entropie ergibt.

Die bei der betrachteten Expansion des Gases nach außen fließende mechanische Energie ist offenbar durch den Ausdruck

$$\int_H \mathfrak{J}_m d\mathfrak{F}$$

gegeben, der auch für feste Körper gilt und daher allgemeiner ist, als $p dV/dt$.

Aus (C) und (17) folgt für die reversible Expansion des idealen Gases

$$\int_H \mathfrak{J}_m d\mathfrak{F} = -U'; \quad (18a)$$

die gewonnene mechanische Arbeit stammt aus der Gesamtenergie des Gases.

Bei isothermischer Expansion, also bei $T' = 0$ und $y' = 0$, folgt aus (D)

$$\int_H \mathfrak{J}_m d\mathfrak{F} = -F'; \quad (18b)$$

in diesem Falle ist die gewonnene mechanische Arbeit durch die Abnahme der freien Energie bestimmt, während die Gesamtenergie unverändert bleibt.

Aus (C) und (B) folgt in diesem Falle

$$\int_H \mathfrak{J}_m d\mathfrak{F} = \int_V T s' dV = - \int_H w d\mathfrak{F}; \quad (19)$$

die gewonnene Arbeit ist gleich der eingeflossenen Wärme. Doch tritt, da $y' = 0$, eine Energie-Umwandlung dabei nicht auf.

Auf die Betrachtung des Carnotschen Kreisprozesses, die zu den bekannten Ausdrücken führt, sei nicht weiter eingegangen.

Wird in einem Volumen durch einen irreversiblen Vorgang, etwa Reibung, Wärme erzeugt, so ist wegen der Energie-Umwandlung $y' \neq 0$. Für die Entropie-Änderung gilt dann allgemein der Ausdruck (14b).

Dieser gilt auch beim arbeitslosen Ausströmen eines realen Gases in ein Vakuum. Eine Entropiezunahme erfolgt dabei auch durch Wärmeleitung, aber wie $y' \neq 0$ zeigt, auch durch Umwandlung. Offenbar handelt es sich hier um den Übergang von einer geordneten Gasströmung in eine ungeordnete Bewegung der Gasmoleküle; also um den Übergang in einen Zustand höherer thermodynamischer Wahrscheinlichkeit.

Von der Betrachtung weiterer mechanisch thermodynamischer Vorgänge sei abgesehen.

Wenn nun die Untersuchung auf die Vorgänge im elektromagnetischen Feld ausgedehnt und hierzu die Maxwellsche Theorie herangezogen wird, so muß von materieller Bewegung abgesehen werden, da, wie schon bemerkt, die Maxwellschen Gleichungen nur für ruhende Medien gelten.

Der Untersuchung können daher dort, wo es sich um einheitliche Vorgänge einer Richtung handelt, die Differentialgleichungen zu Grunde gelegt werden; nur bei uneinheitlichen Vorgängen, bei denen stellenweise $y' < 0$, muß, wenn der ganze Vorgang erfaßt werden soll, über dessen ganzen Bereich integriert werden.

Die Verknüpfung der Gl. (A) bis (D) mit denen der Maxwellschen Theorie erfolgt über den Poyntingschen Vektor.

Wird von diesem die Divergenz gebildet, so ergibt sich unter Heranziehung der Maxwellschen Gleichungen

$$\operatorname{div} \mathfrak{z}_{el} = \operatorname{div} \frac{c}{4\pi} \mathfrak{E} \times \mathfrak{H} = -\frac{1}{4\pi} \mathfrak{E} \mathfrak{D}' - \frac{1}{4\pi} \mathfrak{H} \mathfrak{B}' - \mathfrak{E} \mathfrak{J}. \quad (20)$$

Die Divergenz $\operatorname{div} \mathfrak{z}_{el}$ stellt ihrer Definition gemäß, wenn sie einen positiven Wert besitzt, Energieaustritt aus dem Volumen dar; bei negativem Wert Energieeintritt; genauer die algebraische Summe etwaiger verschiedener Energieteilflüsse.

Die drei Ausdrücke auf der rechten Seite sind voneinander unabhängig; sie bedeuten drei verschiedene Energieteilflüsse, die getrennt betrachtet werden können. Wir setzen

$$\operatorname{div} \mathfrak{z}_{ele} = -\frac{1}{4\pi} \mathfrak{E} \mathfrak{D}' \quad (21 a)$$

$$\operatorname{div} \mathfrak{z}_{elm} = -\frac{1}{4\pi} \mathfrak{H} \mathfrak{B}' \quad (21 b)$$

$$\operatorname{div} \mathfrak{z}_{ely} = -\mathfrak{E} \mathfrak{J}, \quad (21 c)$$

so daß

$$\operatorname{div} \mathfrak{z}_{el} = \operatorname{div} \mathfrak{z}_{ele} + \operatorname{div} \mathfrak{z}_{elm} + \operatorname{div} \mathfrak{z}_{ely}. \quad (22)$$

Die Divergenz $\operatorname{div} \mathfrak{z}_{el}$ kennzeichnet, wo sie positiv ist, den Ort des Beginnes des totalen elektromagnetischen Energieflusses; wo sie negativ ist, den Ort der Mündung. Das gleiche gilt für die Teilflüsse.

Es ist nun $\operatorname{div} \mathfrak{z}_{el}$ in (C) und (D) einzusetzen, und es folgt zunächst für (C)

$$u' - T s' + \operatorname{div} \mathfrak{z}_{el} = -y', \quad (23 a)$$

also

$$u' - T s' - \mathfrak{E} \mathfrak{D}' - \mathfrak{H} \mathfrak{B}' - \mathfrak{E} \mathfrak{J} = -y'. \quad (23 b)$$

Es möge nun zuerst der Vorgang in einem Dielektrikum betrachtet werden, so daß die Gleichung

$$u' - T s' - \mathfrak{E} \mathfrak{D}' = -y' \quad (24 a)$$

zugrunde zu legen ist.

Wird diese Gleichung

$$\frac{1}{4\pi} \mathfrak{E} \mathfrak{D}' = (u' - T s') + y' \quad (24 b)$$

geschrieben, so gibt ein positiver Wert des Ausdruckes links den entsprechenden Energiefluß in das Volumen an.

u' bedeutet die Zunahme der Energiedichte, $T s'$ diejenige Wärmemenge, die die Entropievergrößerung bewirkt. ($u' - T s'$) gibt daher in diesem Falle die Zunahme der elektrischen Feldenergie im Volumenelement an; y' den in Wärme übergehenden Anteil,

Angenommen dieser letztere Anteil wäre null, wie es in einem verlustfreien Dielektrikum der Fall ist, so verbleibt

$$\frac{1}{4\pi} \mathfrak{E} \mathfrak{D}' = u'. \quad (25 a)$$

Mit

$$\mathfrak{D} = \varepsilon \mathfrak{E} \quad (25 b)$$

wird daraus

$$\frac{\partial}{\partial t} \frac{1}{8\pi} \varepsilon \mathfrak{E}^2 = u' \quad (25 c)$$

und nach Integration über die Zeit folgt für die Dichte der Energie des elektrischen Feldes der Ausdruck der Maxwellschen Theorie $\frac{1}{8\pi} \varepsilon \mathfrak{E}^2$.

In einem verlustbehafteten Dielektrikum ist ε in (25 b) keine Konstante mehr; auch ist dort $y' \neq 0$ zu setzen. Wird der Ausdruck für y' aus (B) in (24 b) eingesetzt, so folgt

$$\frac{1}{4\pi} \mathfrak{E} \mathfrak{D}' = (u' - T s') + [T s' + \operatorname{div} \mathfrak{w}]. \quad (25 d)$$

Die durch den links stehenden Ausdruck angegebene eintretende Energie dient gemäß dem Ausdruck in der runden Klammer dem Aufbau des elektrischen Feldes, während der Ausdruck in der eckigen Klammer den Anteil der erzeugten Wärme angibt, der teils eine Entropiezunahme bewirkt, teils ausfließt.

Wird (25 d) in der Form

$$\frac{1}{4\pi} \mathfrak{E} \mathfrak{D}' = u' + \operatorname{div} \mathfrak{w} \quad (25 e)$$

geschrieben, so ist in u' sowohl die Zunahme der Energie des elektrischen Feldes als auch die durch die Erwärmung bedingte enthalten; der Rest fließt aus.

Ganz analog verläuft die Untersuchung des zweiten Gliedes in (22) an Hand der Gleichung

$$\frac{1}{4\pi} \mathfrak{H} \mathfrak{B}' = (u' - T s') + y'; \quad (26)$$

sie führt zum Warburgschen Ausdruck für den Eisenverlust bei periodischen Vorgängen.

Die Berücksichtigung des dritten Gliedes in (22) führt zur Gleichung

$$u' - T s' - \mathfrak{E} \mathfrak{J} = -y'. \quad (27)$$

In Metallen gilt, wenn daselbst keine elektromotorische Kraft besteht, die Beziehung

$$\mathfrak{E} = \varrho \mathfrak{J}, \quad (28)$$

so daß aus (28) wird

$$\varrho \mathfrak{J}^2 = (u' - T s') + y'. \quad (29)$$

Die hieran anknüpfenden Erwägungen sind dieselben wie vorhin, nur daß der Ausdruck links stets positiv ist. Es muß daran festgehalten werden, daß $\varrho \mathfrak{J}^2$ hier primär nicht die Stromwärme bedeutet, sondern den betreffenden eintretenden Teil des elektromagnetischen Energieflusses; da dieser stets positiv ist, bedeutet er stets Einfließen der elektromagnetischen Energie in das betrachtete Volumen. Da hier $u' = T s'$ gilt, wenn die Stromwärme ausfließt, folgt

$$\varrho \mathfrak{J}^2 = y';$$

die gesamte eintretende elektromagnetische Energie wird in Wärme umgewandelt.

Besteht im Leiter eine elektromotorische Kraft \mathfrak{P} wie an den Schweißstellen eines Thermo-Elementes, so ist

$$\mathfrak{E} + \mathfrak{P} = \varrho \mathfrak{J} \tag{30}$$

und es folgt daraus

$$u' - T s' - \varrho \mathfrak{J}^2 + \mathfrak{P} \mathfrak{J} = -y'. \tag{31a}$$

Bei Vernachlässigung der Stromwärme und bei stationärem Vorgang folgt

$$\mathfrak{P} \mathfrak{J} = -y'. \tag{31b}$$

An der wärmeren Schweißstelle sind \mathfrak{P} und \mathfrak{J} gleichgerichtet; y' ist daher negativ, es wird dort die zufließende Wärme in elektromagnetische Energie verwandelt, die an dieser Schweißstelle entspringt und durch den Raum zur kühleren Schweißstelle strömt. An dieser gilt ebenfalls (31b); da hier aber \mathfrak{P} und \mathfrak{J} entgegengesetzt gerichtet sind, ist y' positiv. Der in die Schweißstelle eindringende elektromagnetische Energiefluß wird in Wärme verwandelt.

Es werde noch der Fall betrachtet, daß der Wärme- fluß zur wärmeren Schweißstelle plötzlich abgesperrt wird, so daß der Vorgang nicht mehr stationär ist. Da in dieser wärmeren Schweißstelle keine Wärme mehr einfließt, ist jetzt dort $\text{div } w = 0$ und es gilt nach (B)

$$s' = \frac{y'}{T};$$

da auch jetzt $y' < 0$, so nimmt die Entropie der Schweißstelle selbst ab. Der elektromagnetische Energie- fluß wird jetzt aus dem Energievorrat der Schweißstelle gespeist. Die Erfüllung des Entropieprinzipes ergibt sich bei Betrachtung des gesamten mit dem Thermo- Element verknüpften Vorganges, also beider Schweiß- stellen.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß auch die Tem- peraturstrahlung als Medium aufgefaßt werden kann, dem Temperatur, Energie und Entropie zugeschrieben werden kann. Für einen von Temperaturstrahlung er- füllten Raum gelten daher (A) bis (D) ebenfalls.

Der 2. Hauptsatz hat im Bereiche der Kontinuitäts- theorie verschiedene Formulierungen erfahren, die sich aus (A) bis (D) ablesen lassen. Der wesentliche Vor- gang ist jedoch in den Übergängen zu Zuständen höhe- rer thermodynamischer Wahrscheinlichkeit zu erblicken; wobei diese Übergänge entweder gemäß (14a) und (14b) auf Wärmeleitung oder Umwandlung anderer Energieformen in Wärme beruhen.

Schrifttum

[1] E. LOHR: Zur Differentialform des Entropieprinzipes. Aus den Denkschriften d. Ak. d. Wiss. in Wien, Mathem.- naturwiss. Kl., 99. Band, Wien. 1924.
[2] L. KNEISSLER: Energie-Umwandlung und Energiefluß im elektromagnetischen Feld. Arch. f. Elektrot. 21. Jg. (1928), S. 375.

Kraft-, Weg- und Geschwindigkeitsmessungen an einem Schütz

Von O. LOH, Neuss am Rhein

(Schluß aus Heft 7)

DK 621.316.57.08 : 531.7

6) Versuche am kompletten Schütz

Am kompletten Schütz werden entsprechend Abb. 1 die gleichen Weg-Geschwindigkeitsmessungen durch- geführt wie vorher mit dem Magneteil des Schützes. Fünf Einschaltvorgänge mit unterschiedlichen Einschalt-

gestellt werden. Diese Einschaltoszillogramme sind in Abb. 12...14 abgebildet. Durch Vergleich ist zu er-

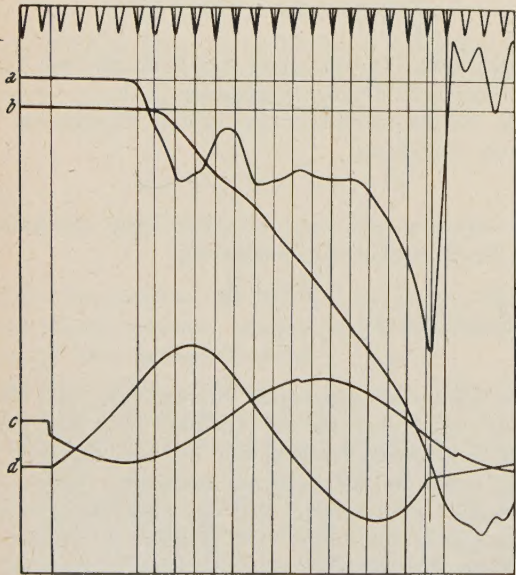


Abb. 12. Einschalten des kompletten Schützes bei $\psi = 200^\circ$
a Geschwindigkeitskurve, c Spulenspannung,
b Wegkurve, d Spulenstrom.

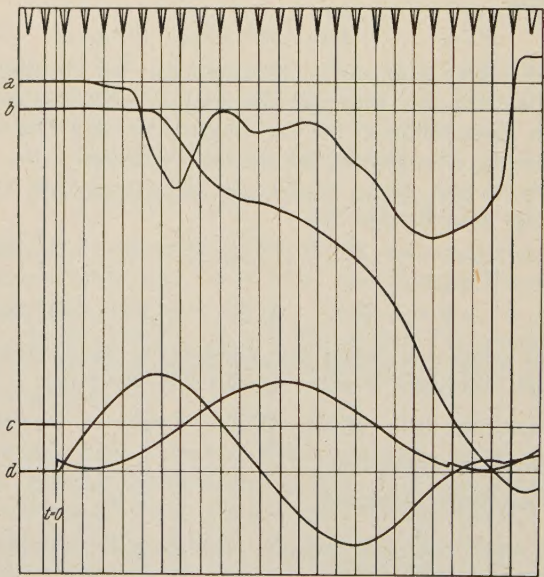


Abb. 13. Einschalten des kompletten Schützes bei $\psi = 251^\circ$
a Geschwindigkeitskurve, c Spulenspannung,
b Wegkurve, d Spulenstrom.

phasenwinkeln ψ bei $1 \cdot U_N$, die auf Grund ihres Ver- laufes besonders interessant sind, sollen hier heraus-

kennen, daß mit wachsendem Einschaltphasenwinkel ψ etwa 4...7 ms nach Beginn der Bewegung die Ge- schwindigkeit immer mehr zurückgeht und bei $\psi = 293^\circ$ sogar fast Null wird.

Die Energieverhältnisse für diese Einschaltphasenwinkel ψ beim Einschalten sind in Abb. 15 zusammen-

etwa um eine Zehnerpotenz höher liegt als die Nutzenergie. Es ist besonders auffallend, daß der Energie-

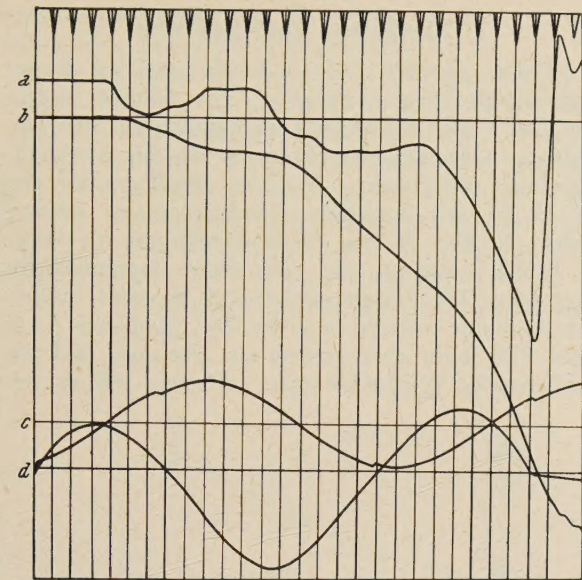


Abb. 14. Einschalten des kompletten Schützes bei $\psi = 293^\circ$
a Geschwindigkeitskurve, c Spulenspannung,
b Wegkurve, d Spulenstrom.

gestellt worden. In den Abb. 16 und 17 ist noch eine weitergehende Unterteilung in die einzelnen Anteile der Gesamtenergie als in Abb. 15 vorgenommen wor-

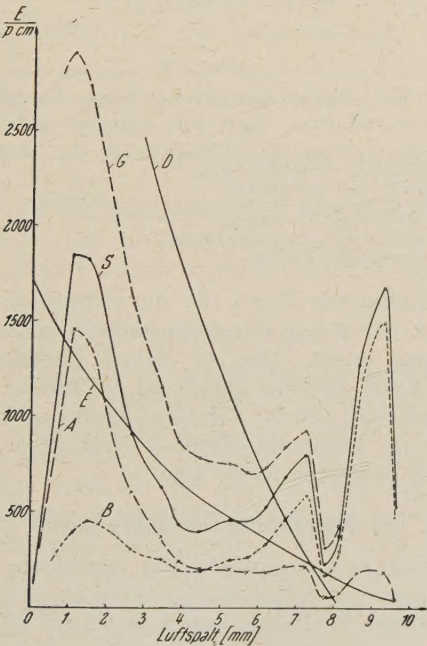


Abb. 15. Die Energieverhältnisse über dem Luftspalt beim Einschalten des kompletten Schützes mit $\psi = 200^\circ$
G Gesamtenergie = $A + B$ + potentielle Energie der Feder,
A kinetische Energie des Ankers,
B kinetische Energie der Brücke,
S Summenkurve $A + B$,
D Energievorrat (Integral der statischen Zugkraftkurve),
E Energiebedarf der Brücke $H + J$.

den. Außerdem wurde das Integral über die statische Zugkraftkurve a nach Abb. 3 eingezeichnet und auch die dem Netz entnommene Energie aufgetragen, die

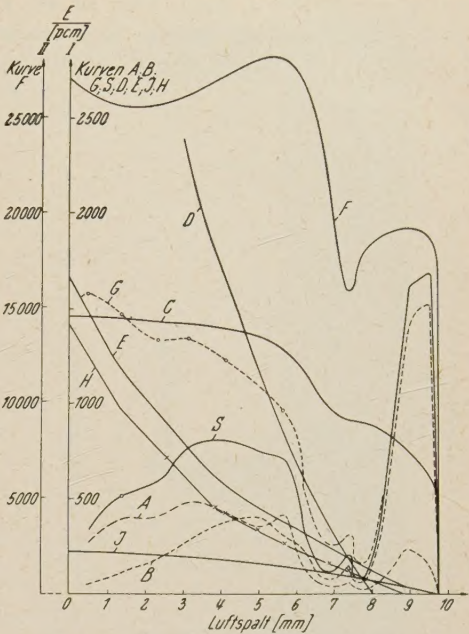


Abb. 16. Die Energieverhältnisse über dem Luftspalt beim Einschalten des kompletten Schützes mit $\psi = 251^\circ$
G Gesamtenergie = $A + B$ + potentielle Energie der Feder (Maßstab I),
A kinetische Energie des Ankers (Maßstab I),
B kinetische Energie der Brücke (Maßstab I),
S Summenkurve $A + B$ (Maßstab I),
D Energievorrat (Integral der statischen Zugkraftkurve, (Maßstab I),
E Energiebedarf der Brücke $H + J$ (Maßstab I),
F dem Netz entnommene Energie (Maßstab II),
H Energiebedarf der Feder (Maßstab I),
J Energiebedarf durch Erdschwere (Maßstab I),
C Kupferverlustenergie (Maßstab II).

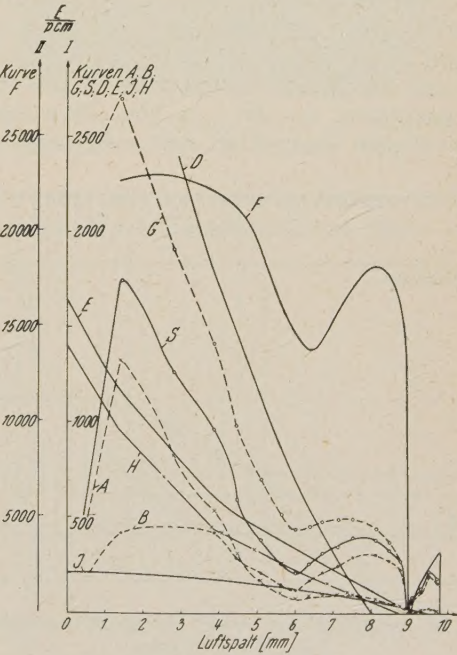


Abb. 17. Die Energieverhältnisse über dem Luftspalt beim Einschalten des kompletten Schützes mit $\psi = 293^\circ$
G Gesamtenergie = $A + B$ + potentielle Energie der Feder (Maßstab I),
A kinetische Energie des Ankers, (Maßstab I),
B kinetische Energie der Brücke, (Maßstab I),
S Summenkurve $A + B$ (Maßstab I),
D Energievorrat (Integral der statischen Zugkraftkurve, (Maßstab I),
E Energiebedarf der Brücke $H + J$ (Maßstab I),
F dem Netz entnommene Energie (Maßstab II),
H Energiebedarf der Feder (Maßstab I),
J Energiebedarf durch Erdschwere (Maßstab I).

vorrat des Integrals über die statische Zugkraftkurve D bei großem Luftspalt stets unterhalb der Energiebedarfskurve der Brücke E liegt. Dies ist ein Zeichen dafür, daß beim Einschaltvorgang, insbesondere bei großem Luftspalt, der durch den Einschwingvorgang

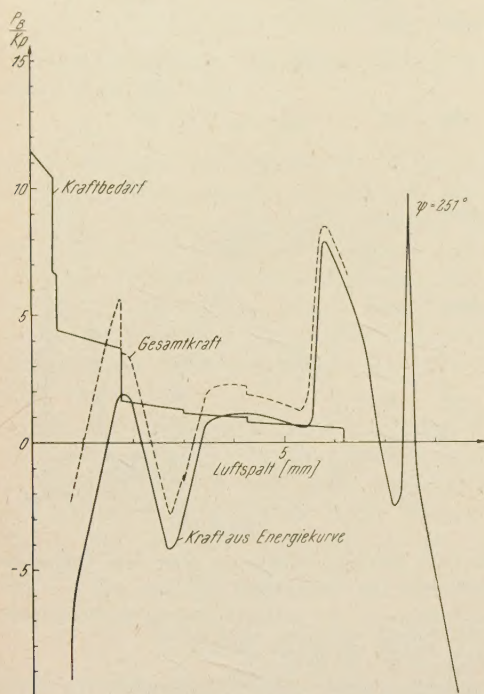


Abb. 18. Die auf die Kontaktbrücke einwirkenden Kräfte über dem Luftspalt bei $\psi = 251^\circ$

um die Gleichkomponente erhöhte Strom eine merkliche Rolle spielt, denn sonst dürfte sich der Anker nicht in Bewegung setzen.

Die auf die Brücke einwirkenden Kräfte sind für den Phasenwinkel $\psi = 251^\circ$ in Abb. 18 aufgetragen. Die einwirkende Gesamtkraft setzt sich zusammen aus

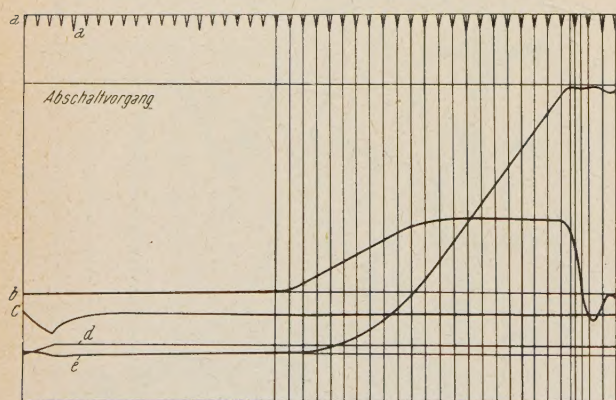


Abb. 19. Oszillogramm eines Abschaltvorganges mit komplettem Schütz

a Zeitmarke, d Spulenstrom,
b Geschwindigkeitskurve e Wegkurve,
c Spulenspannung,

der Kraft, die aus der Energiekurve der kinetischen Energie entnommen worden ist, und der Kraftbedarfskurve. Die Reibkräfte wie auch die Einwirkung des Kurzschlußringes oder eines Luftpolsters wurden nicht berücksichtigt. Diese Gesamtkräfte werden bei ver-

zögerter Fortbewegung negativ. Es handelt sich also um die in jedem Augenblick an der Brücke angreifenden Gesamtkräfte.

7) Abschalten eines Schützes

Mit dem gleichen Aufbau wurde auch der Bewegungsvorgang beim Abschalten eines Schützes untersucht. Der Verlauf zeigte sich im Rahmen der hier eingehaltenen Genauigkeitsgrenzen als von der Ausschaltphasenlage unabhängig. In dem Oszillogramm der Abb. 19 ist ein derartiger Abschaltvorgang wiedergegeben. In Abb. 20 sind die Energiekurven für Anker und Brücke getrennt, wie auch deren Summenkurve aufgetragen. Die Gesamtenergie des Systems müßte, durch Reibung bedingt, mit der Zeit abnehmen. Auf keinen Fall kann aber vorerst ein Absinken und ein anschließendes Wiederansteigen auftreten, wie es sich

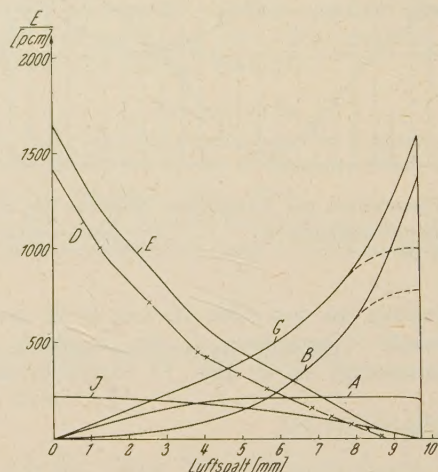


Abb. 20. Die Energieverhältnisse beim Abschalten des kompletten Schützes, über dem Luftspalt aufgetragen

G Gesamtenergie (wenn die Brücke während des Schaltvorganges mit dem Anker verbunden wäre),
A kinetische Energie des Ankers,
B kinetische Energie der Brücke, obige Voraussetzung,
D potentielle Energie der Federn,
J potentielle Energie durch Erdschwere,
E gesamte potentielle Energie.

durch Addition der Kurve für die potentielle Gesamtenergie E zur Kurve der gemessenen kinetischen Gesamtenergie ergibt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der Anker schneller abfällt als die Brücke, was auf Grund der nicht starren Kupplung über den Kniehebel erklärlich ist. Der mutmaßliche Verlauf ist in Abb. 20 gestrichelt eingezeichnet worden.

8) Kugeldeformationsversuche

Um die bisher angewandten indirekten Meßverfahren einer unabhängigen Kontrolle zu unterwerfen, wurden kleine Bleikugeln von 2 und 3 mm ϕ bei verschiedenen Luftspalten an den Kern bzw. an ein zwecks Vergrößerung des Luftspaltes vorgelagertes Messingstück angeklebt. Der Anker schlägt beim Anziehen auf die Bleikugel auf und deformiert sie. Das wirksame Gewicht des Ankers mit der Meßeinrichtung betrug ~ 232 g. In Abb. 21 ist als Beispiel die Verformung von Bleikugeln in Abhängigkeit von der Auftreffgeschwindigkeit eines Fallgewichts von ~ 220 g aufgetragen. Diese Kurven wurden mit Hilfe eines Fallhammerprüfgerätes ermittelt (Abb. 22). Bei höheren Energien zeigten sich die Kugeln mit einem Durch-

messer von etwa 2 mm zu klein. Die Kurve kam in den annähernd asymptotischen Teil, so daß ein Fehler von 100 % durchaus auftreten könnte. Aus diesem Grunde wurde in diesem Fall auf Kugeln mit größerem Durchmesser von etwa 3 mm übergegangen.

Eine Untersuchung der Verformung von Bleikugeln in Abhängigkeit vom gemessenen Zeitpunkt des Ausschaltens der Spulenspannung des schließenden Ankers kurz nach, kurz vor dem Aufschlag oder im Augenblick des Aufschlags des Ankers auf die Bleikugel ergab, daß die dadurch auftretenden Schwankungen des Meßergebnisses im Rahmen der vorliegenden Genauigkeiten uninteressant sind.

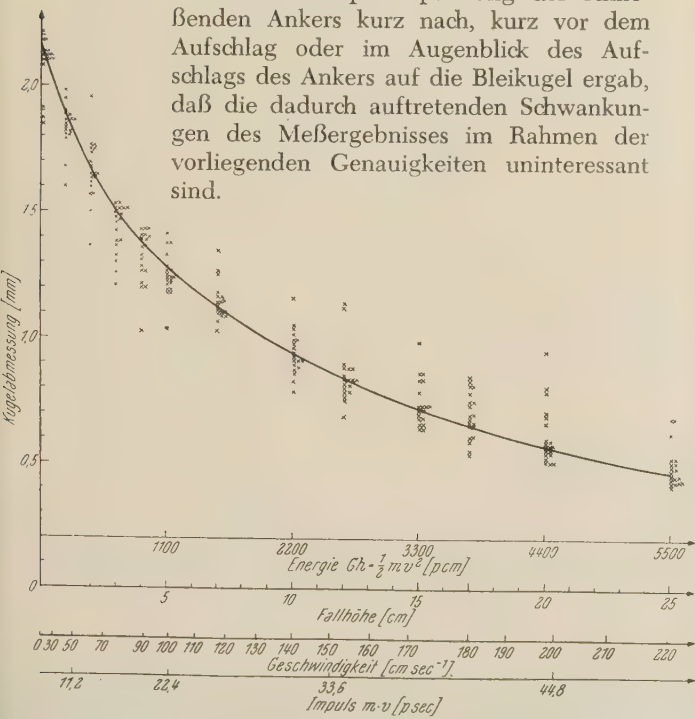


Abb. 21. Die Verformung von Bleikugeln als Funktion der Auftreffgeschwindigkeit eines Fallgewichtes von 220 g

In Abb. 23 ist für drei Phasenlagen der Impuls des Ankers als Funktion des Luftspaltes aufgetragen. Ein Vergleich mit den oszillographisch ermittelten Impulskurven zeigt, daß größenordnungsmäßig die beiden Resultate als in Übereinstimmung befindlich anzusehen sind.

9) Schlußfolgerungen

Aus den durchgeführten Untersuchungen ergibt sich, daß die mit Gleichstromerregung (entsprechend der Spitzen-Wechselstromerregung) und Druckmeßdose ermittelte Zugkraftkurve (b in Abb. 3) die zuverlässigsten Werte liefert. Auch die mit über den Hubweg hinreichend konstanten Federkräften (ideal: unendlich lange Feder) gemessene Zugkraftkurve (e in Abb. 3), die allerdings nicht unter einem minimalen Luftspalt (~ 1 bis 2 mm) wegen des Anschlages am Kern anwendbar ist, gibt gute Werte. Die durch Anhängen von Gewichten (f in Abb. 3) wie auch die durch Messen der Induktion im Anker und anschließendes Berechnen unter der Annahme gleichmäßiger Flußverteilung über den Eisenquerschnitt nach (3) ermittelten Zugkraftkurven (A in Abb. 4) sind grundsätzlich fehlerhaft und nur als grobe Näherungskurven anzusehen.

Die Bewegungsmessungen haben gezeigt, daß die Einschaltvorgänge von wechselstromerregten Schaltgeräten infolge des Einflusses der Einschaltphasenwinkel der Spannung sehr unterschiedlich sind. Geht der Strom im Augenblick erhöhten Kraftbedarfs durch

Null, so treten Verzögerungen in der Bewegung (in extremen Fällen auch Stillstand) auf (Abb. 14), bis der



Abb. 22. Das Fallhammerprüfgerät, mit welchem die Eichkurve in Abb. 21 ermittelt wurde

Strom auf einen höheren Wert angestiegen ist. Andererseits ist die Einschaltgeschwindigkeit (Abb. 12) bei

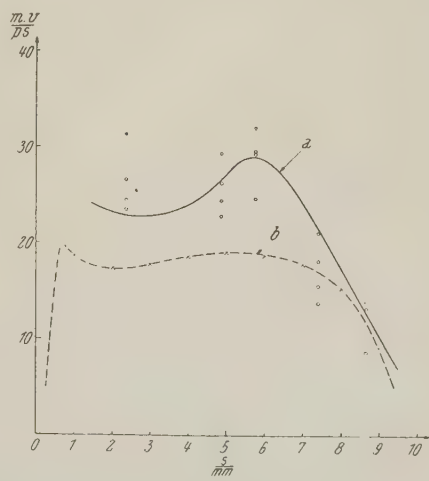


Abb. 23. Impuls des Ankers als Funktion vom Luftspalt a Bleikugelversuch, b Oszillogramm.

optimalem Einschwingglied so hoch, daß heftige Prelungen beim Aufschlagen der Schaltstücke wie auch des Ankers zu erwarten sind.

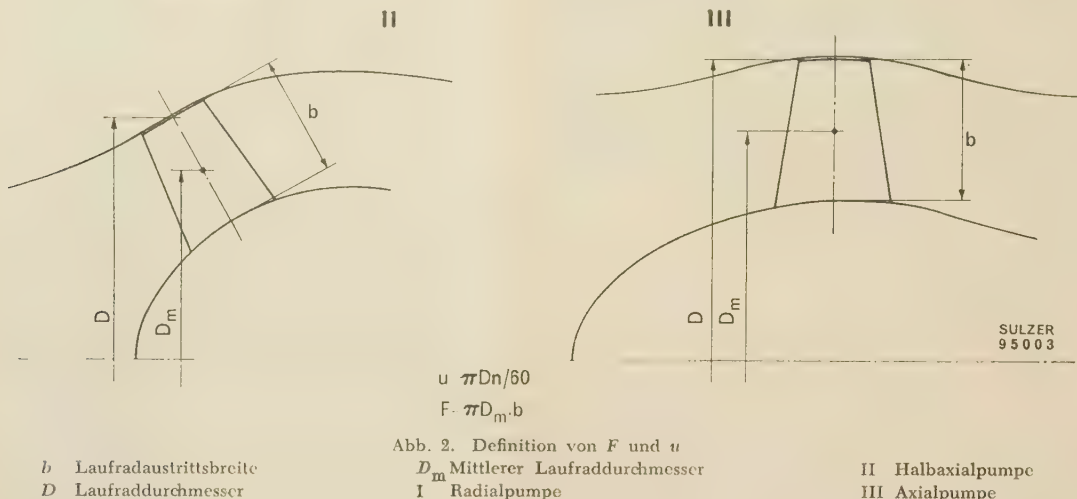
Rundschau

Nachrichten aus Industrie, Gewerbe und Wirtschaft

DK 621.221.4 : 621.224.7

Studien und Versuche über Pumpen-Turbinen-Umkehrmaschinen. Von R. A. STRUB, Winterthur.
(Schluß aus Heft 7)

zeigt eine dreistufige Modellpumpe im Versuchsbetrieb als Turbine, wobei die Leistung von 350 PS durch eine hydraulische Bremse aufgenommen wurde. Abb. 4 gibt einen Schnitt durch die Maschine. Die Kennlinien für beide Drehrichtungen einer Radial-, Halbaxial- und Axialpumpe mit festen Schaufeln sind in den Abb. 5, 6 und 7 dargestellt. Die Abb. 8 und 9 geben in einer im Turbinenbau üblichen Darstellung



Die jeweilige genaue Definition von F und u ist in Abb. 2 angegeben. Eine Reihe von Versuchen wurde mit verschiedenen Modellmaschinen durchgeführt, die man insbesondere in bezug auf ihre Verwendung als Pumpe gebaut hatte. Abb. 3

das Ergebnis einer Pumpenturbine mit einer spezifischen Drehzahl von ungefähr 100. Bei radialen, halbaxialen und axialen Maschinen kann man folgende Feststellungen machen:

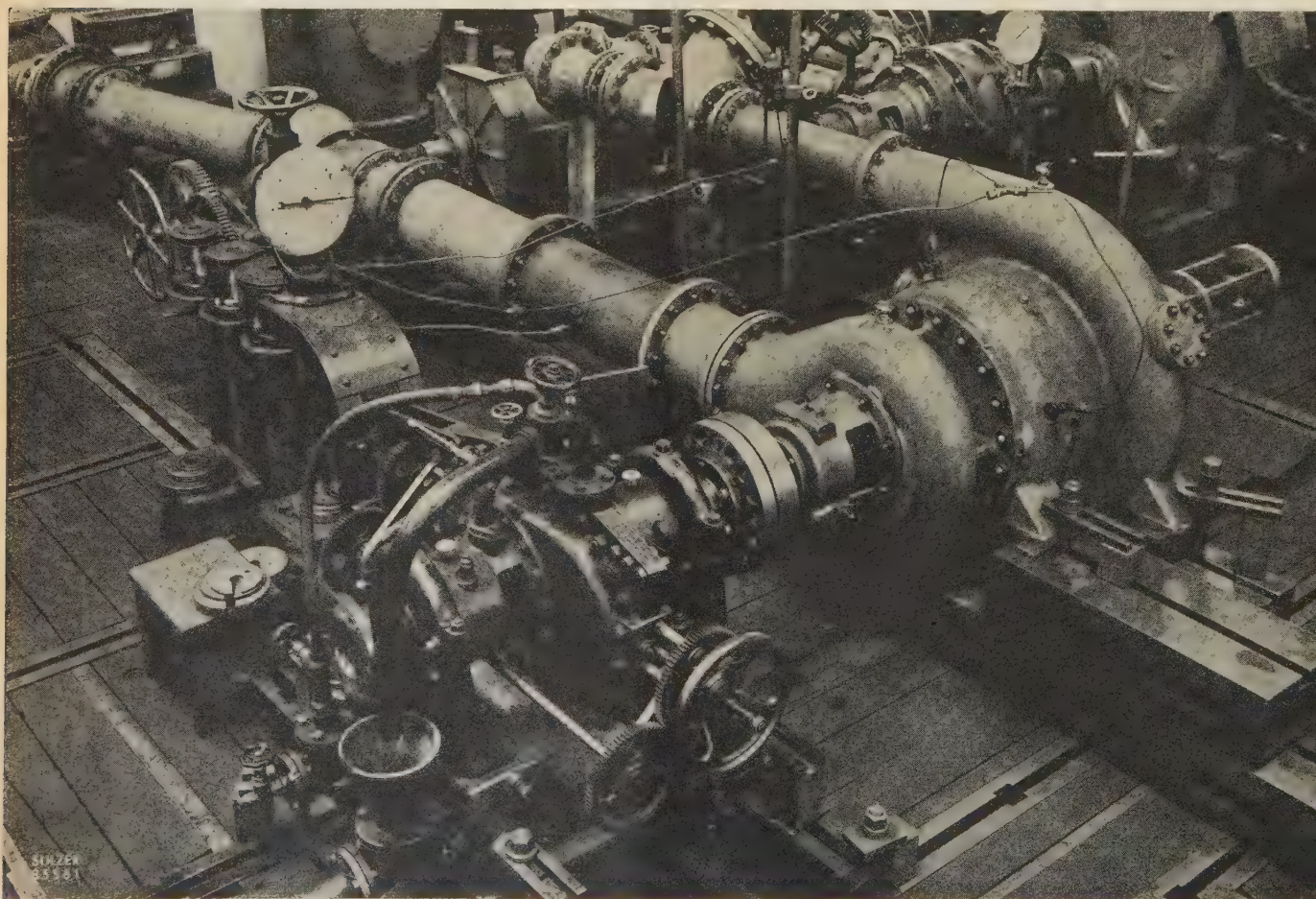


Abb. 3. Dreistufige Pumpe im Versuch als Turbine. Rechts Pumpenturbine, links im Vordergrund hydraulische Bremse

1. Der beste Wirkungsgrad der als Turbine arbeitenden Maschine ist beinahe gleich oder sogar höher als ihr Wirkungsgrad beim Pumpbetrieb.

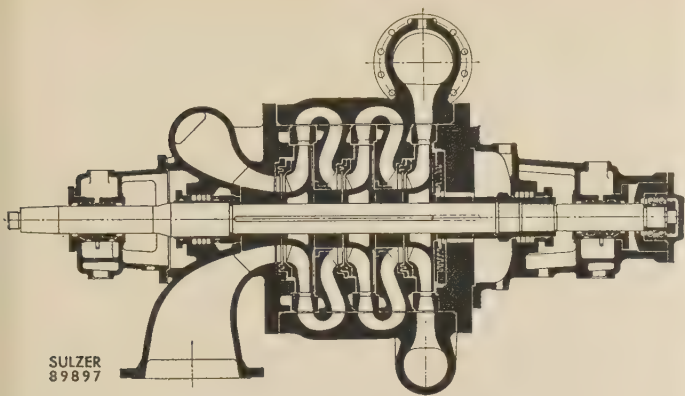


Abb. 4. Schnitt durch die dreistufige Pumpenturbine der Abb. 3

2. Der beste Wirkungsgrad als Turbine wird erhalten bei einem Gefälle, das ungefähr 15...50% über dem Förderdruck der als Pumpe arbeitenden Maschine liegt. Folglich wird der beste Wirkungsgrad gleichzeitig sowohl im Pump-

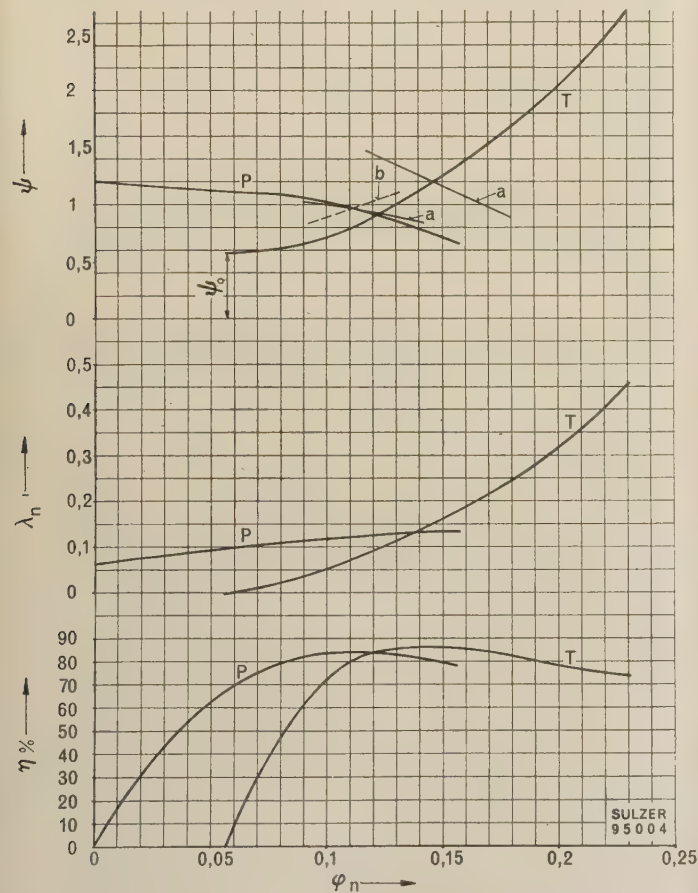


Abb. 5. Kennlinien einer umkehrbaren Pumpenturbine in Funktion der Menge bei konstanter Drehzahl ($n_s = 100$)

- P

T

ψ

ψ_0

λ_n

η

φ_n

a

b

$\psi, \lambda_n, \varphi_n$
- Pumpbetrieb

Turbinenbetrieb

Höhe

Höhe bei Leistung Null

Leistung

Wirkungsgrad

Menge

Geometrischer Ort der maximalen Wirkungsgrade bei Verwendung eines Leitapparates mit verstellbaren Schaufeln

Geometrischer Ort der maximalen Wirkungsgrade bei veränderlichem Laufraddurchmesser

sind dimensionslose Kennzahlen

als auch im Turbinenbetrieb erhalten, wenn die Drehzahl der Turbine ungefähr 7...25% unter der der Pumpe liegt.

3. Bei gleichen Gefällen liegt die Leistungsabgabe der als Turbine arbeitenden Maschine etwas unterhalb des Leistungsbedarfes beim Pumpbetrieb.

4. Die Durchbrenndrehzahl beim Turbinenbetrieb ist kleiner als die der klassischen Turbine. Das Verhältnis zwischen der Durchbrenndrehzahl n_0 und der Normaldrehzahl n bei einem gegebenen Gefälle ψ ist durch die Beziehung festgelegt:

$$\frac{n_0}{n} = \sqrt{\frac{\psi}{\psi_0}}$$

wobei die Bedeutung der Werte aus Abb. 5 hervorgeht.

Es ist bemerkenswert, daß, während die Maschine als Pumpe mit bestem Wirkungsgrad arbeitet, ihre Kennlinie als Turbine zu weit links davon liegt. Dieser Wirkungsgradverlust ist um so ausgeprägter, je niedriger das Gefälle wird. Wenn umgekehrt die Förderhöhe zu stark ansteigt, vermindert sich die von der Pumpe geförderte Menge sehr rasch. Beim Turbinenbetrieb dagegen verbessert sich der Wirkungsgrad zuerst, um dann mit dem Ansteigen des Gefalles langsam abzufallen. Daraus ersieht man, daß die Umkehrmaschine für starke Höhenschwankungen wenig geeignet ist. Die konventionelle Anordnung mit getrennter Speicherpumpe und Turbine verhält sich übrigens auch nicht viel besser. Die Begrenzung in der Ausnützung stark schwankender Höhen ist durch die Pumpe gegeben. In extremen Fällen muß man deshalb zur Anwendung zweier Drehzahlen greifen, um über den ganzen Höhenbereich fördern zu können.

Die Leistungsabweichung im Betrieb als Pumpe und als Turbine ist zweifellos der Hauptnachteil der Umkehrmaschi-

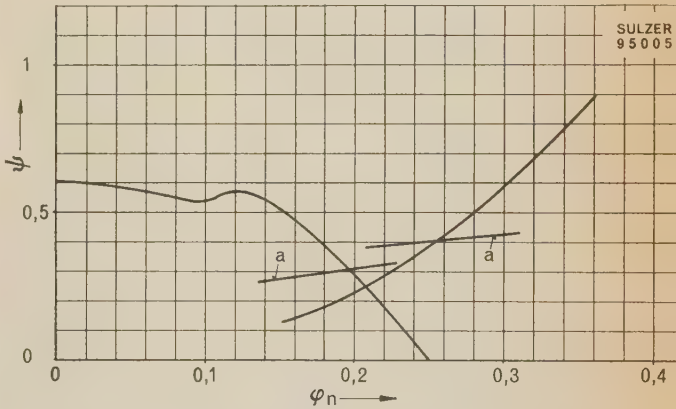


Abb. 6. Kennlinien — Höhe — Menge einer Pumpenturbine bei konstanter Drehzahl ($n_s = 550$).

- a
- ψ, φ_n
- Geometrischer Ort der maximalen Wirkungsgrade mit verstellbaren Laufschaufeln
- vgl. Abb. 5

nen. Später sollen verschiedene Möglichkeiten besprochen werden, die diese Eigenschaft zu verbessern vermögen.

Versuche, die von unserer Firma an sechs ein- oder mehrstufigen Modellpumpen mit einer spezifischen Drehzahl zwischen 80 und 800 ausgeführt wurden, haben gezeigt, daß die relative Lage der Pumpen- und Turbinencharakteristiken überall ähnlich ist. Für radiale Maschinen ist der Wirkungsgrad als Turbine höher als der als Pumpe.

Bei mehrstufigen Pumpen ist die verbleibende Austrittsenergie nach der letzten Stufe, bezogen auf die Gesamtenergie, sehr klein. Es ist hier daher nicht nötig, einen besonderen Diffusor (Saugrohr) am Maschinenaustritt anzuordnen. Bei der einstufigen Pumpenturbine hingegen muß dieses Element sehr sorgfältig ausgebildet werden. Ein Turbinensaugbogen verursacht eine verhältnismäßig geringe Strömungsverzögerung und im umgekehrten Betrieb als Pumpe daher auch nur eine geringe Beschleunigung, die

oft nicht genügt, um eine gute Geschwindigkeitsverteilung am Eintritt des Rades zu erhalten. Der Saugbogen bei Umkehrmaschinen für kleine Gefälle muß daher besonders sorgfältig studiert werden, wenn er für beide Strömungsrichtungen wirksam sein soll.

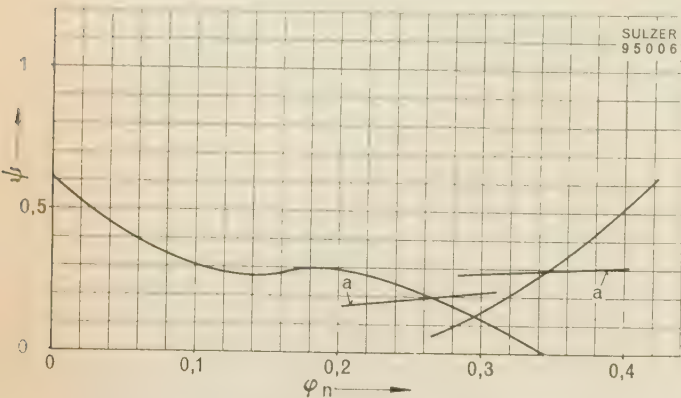


Abb. 7. Kennlinien—Höhe—Menge einer Pumpenturbine bei konstanter Drehzahl ($n_g = 800$)

a Geometrischer Ort der maximalen Wirkungsgrade mit verstellbaren Laufschaufeln
 φ, φ_n vgl. Abb. 5

Abb. 10 gibt eine interessante Darstellung der Durchflusssmengen beim Turbinenbetrieb in Funktion der Drehzahl. Bei Maschinen mit niedriger spezifischer Drehzahl sinkt die Wassermenge ziemlich rasch, sobald man sich der Durch-

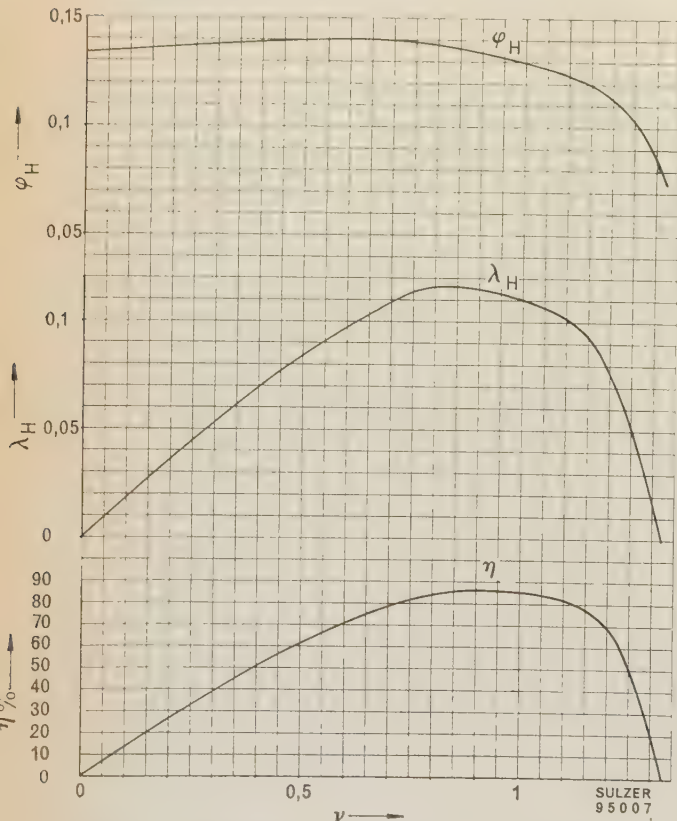


Abb. 8. Kennlinien einer Pumpenturbine bei Turbinenbetrieb in Funktion der Drehzahl bei konstantem Gefälle ($n_g = 100$)

ν Laufzahl
 $\varphi_H, \lambda_H, \eta$ Menge, Leistung, Wirkungsgrad bei konstantem Gefälle (dimensionslose Kennzahlen)

brenndrehzahl nähert. Diese Mengenverminderung verschwindet, sobald die spezifische Drehzahl ansteigt. Bei schnellläufigen Maschinen ($n_g = 500$) ist die umgekehrte Erschei-

nung zu beobachten. Die Darstellung zeigt auch, daß das Verhältnis der Durchbrenn- zur Betriebsdrehzahl mit der spezifischen Drehzahl der Maschine größer wird.

3) Einfluß von zwei Drehzahlen oder von verstellbaren Schaufeln auf die Kennlinien

Es gibt einige Mittel, um die beschriebene Abweichung der Kennlinien beim Betrieb der Maschine als Pumpe und als Turbine günstiger zu gestalten:

3,1) Die Wahl verschiedener Drehzahlen für den Pump- und den Turbinenbetrieb gestattet, nach Belieben die Lage der Kennlinien zu verschieben, um so den besten Wirkungsgrad sowohl für die eine als auch für die andere Arbeitsweise zu erhalten. Es gibt gewisse Fälle des Pumpbetriebes, wo eine bedeutende Schwankung in der Förderhöhe (wenn zum Beispiel die Zentrale am Fuß einer Staumauer liegt) die Wahl von zwei Antriebszahlen erfordert. In diesem Falle wird man danach trachten, die Drehzahländerung im Pumpen- und Turbinenbetrieb bei der gleichen statischen Höhe vorzunehmen. Man vermeidet dadurch einen Drehzahlwechsel in der Übergangszone der Förderhöhe jedesmal, wenn man pumpt oder Energie erzeugen will. Wie Abb. 11 zeigt, bringt dieser Vorgang eine gewisse Wirkungsgradeinbuße: die optimale Lösung verlangt einen Drehzahlwechsel bei einem Gefälle „d“ im Betrieb als Turbine. Wenn die Betriebszeiten der Maschine als Pumpe oder als Turbine nicht lange andauern, kann ein ständiger Drehzahlwechsel in einem bestimmten Höhenbereich diesem Anpassungsverfahren mit zwei Drehzahlen hinderlich sein.

Beim Umschalten auf die höhere Drehzahl steigt die gepumpte Menge beträchtlich an, so daß unter Umständen gedrosselt oder die Maschine tiefer gestellt werden müßte, um eine Kavitationsgefahr zu vermeiden. Bemerkenswert ist, daß bei einem gegebenen Gefälle eine Herabsetzung der Turbinendrehzahl zu einer Vergrößerung der Durchflußmenge und zu einer Erhöhung der abgegebenen Leistung führt.

Die Wahl der Drehzahlbereiche darf nicht nur im Hinblick auf den Wirkungsgrad erfolgen, sondern auch in Berücksichtigung einer möglichst einfachen Ausführung des Motorgenerators. Man kann polumschaltbare Maschinen oder solche mit zwei Statorwicklungen anwenden.

3,2) Bei radialen Umkehrmaschinen kann die Leistungsanpassung beim Pump- und beim Turbinenbetrieb teilweise durch die Anwendung eines Leitapparates mit beweglichen Schaufeln erreicht werden. In Abb. 5 sind außer den Kennlinien als Pumpe und als Turbine von Radialmaschinen mit feststehenden Leitschaufeln noch zwei weitere Linien eingetragen, die dem geometrischen Ort der maximalen Wirkungsgrade bei einer Verstellung des Leitapparates zeigen. Man sieht daraus, daß die Anwendung verstellbarer Leitschaufeln im Pumpbetrieb nicht interessant ist. Im Gegensatz dazu ist im Turbinenbetrieb eine Verbesserung durch Öffnen des Leitrades bei geringem, und Schließen bei zunehmendem Gefälle möglich. Da sich der Wirkungsgrad mit Zunahme der Höhe nur langsam vermindert, wird die Anwendung regelbarer Leitschaufeln vor allem bei relativ geringem Gefälle nützlich sein, wobei die erzeugte Leistung erheblich ansteigt.

Wie schon erwähnt, drängt sich bei starken Gefällsschwankungen für die Pumpe oft die Wahl zweier Drehzahlen auf, während die Anwendung regelbarer Leitschaufeln das Problem nicht löst. Hierzu sei auch darauf hingewiesen, daß während des Pumpens die Leitschaufeln zur Vermeidung von Vibrationen starr blockiert werden müssen, was wieder zu ziemlich komplizierten Konstruktionen führt.

Ein gutes Mittel zur Verbesserung des Pumpenwirkungsgrades in Funktion der Förderhöhe, das zugleich erlauben würde, starke Höhenschwankungen zu beherrschen, wäre eine Anpassung des Laufraddurchmessers und des Schaufelaustrittswinkels.

Daraus würde sich jedoch eine komplizierte Ausbildung des Laufrades ergeben. Es sei immerhin festgestellt, daß

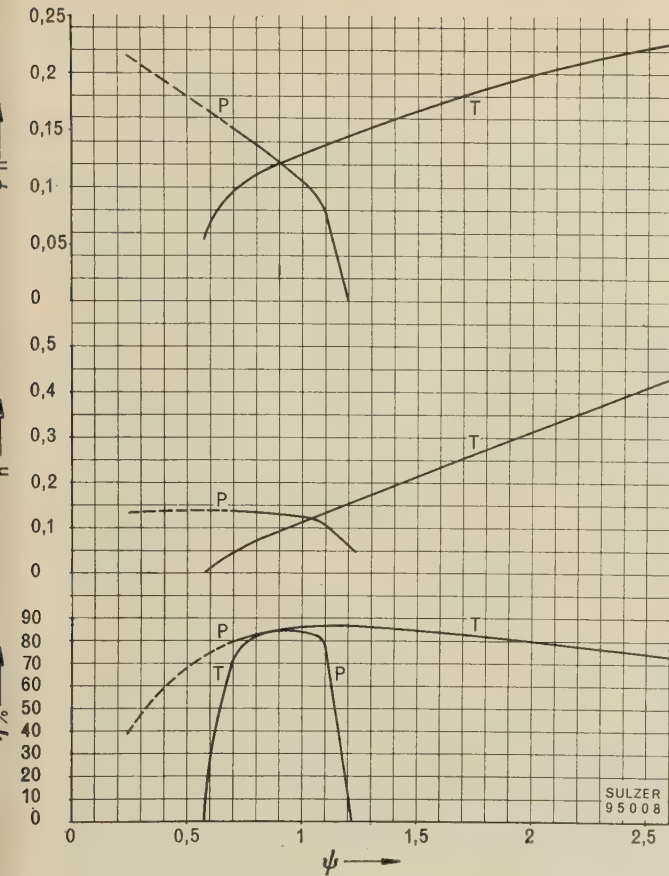


Abb. 9. Kennlinien einer Pumpenturbine in Funktion der Höhe bei konstanter Drehzahl ($n_s = 100$)
Bezeichnungen s. Abb. 5

diese Maßnahme zu einer starken Erhöhung der Leistungsaufnahme führt, sobald die Förderhöhe ansteigt, da sich auch die Liefermenge notwendigerweise vergrößert.

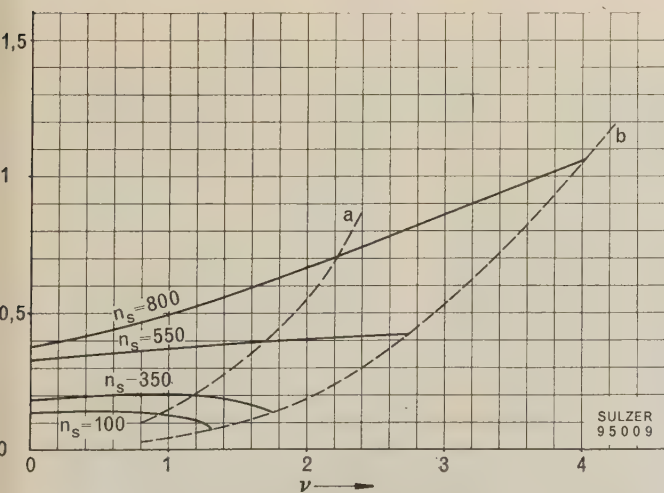


Abb. 10. Kennlinien — Menge — Geschwindigkeit von Pumpenturbinen im Turbinenbetrieb bei konstantem Gefälle

- a Drehzahl im Pumpbetrieb
b Durchbrenndrehzahl im Turbinenbetrieb für ein Gefälle, das dem höchsten Wirkungsgrad beim Pumpbetrieb entspricht
v Laufzahl

3,3) Bei halbaxialen Pumpenturbinen werden verstellbare Laufschaufeln bevorzugt, denn ihr Einfluß auf den Wir-

kungsgrad ist wesentlich größer als der von verstellbaren Leitschaufeln. Abb. 6, in der das Gebiet des besten Wirkungsgrades für verschiedene Stellungen verstellbarer Laufschaufeln eingetragen ist, zeigt, daß es im Hinblick auf den Wirkungsgrad sowohl im Pump- als auch im Turbinenbetrieb von Vorteil ist, die Laufschaufeln zu schließen, sobald das Gefälle abnimmt, und umgekehrt. Dies hat zur Folge, daß die Menge und die Leistung im Pumpen- und Turbinenbetrieb bei höheren Gefällen ansteigen, und umgekehrt, was nicht immer zulässig ist.

3,4) Die vorhin gemachten Betrachtungen für die halbaxialen Maschinen sind auch für axiale Pumpenturbinen gültig. Die Scheitelkurve der maximalen Wirkungsgrade ist hier jedoch etwas schwächer geneigt; sie steigt um so steiler, je kleiner die spezifische Drehzahl ist. Abb. 7 zeigt die relative Lage der Charakteristiken.

Es ist klar, daß verstellbare Leit- und Laufschaufeln und variable Drehzahl eine wesentlich feinere Anpassung an die Betriebsbedingungen gestatten. Das angestrebte Hauptziel beim Einsatz von Umkehrmaschinen ist indessen die Vereinfachung der Anlage, die mit einer zu komplizierten Maschine nur unvollständig erreicht werden könnte. Aus diesem Grund müssen einfache Ausführungen, selbst wenn sie gewisse Zugeständnisse in bezug auf Wirkungsgrad und Anpassungsfähigkeit der Anlage erfordern, ernstlich in Betracht gezogen werden.

4) Anlauf als Pumpe oder als Turbine (Synchronisierung)

Der Anlauf als Pumpe erfolgt direkt mit dem Generator als Asynchronmotor. Sobald die maximale Drehzahl erreicht ist, wird die Maschine erregt und synchronisiert. Um den Anlaufstrom und die Anlaufleistung möglichst klein zu halten, kann man — je nachdem ob es sich um radiale oder axiale Pumpenturbinen handelt — auf verschiedene Weise vorgehen:

1. Entwässerung des Gehäuses durch Druckluft, so daß der Läufer in Luft dreht;
2. Schließen der allfällig vorhandenen verstellbaren Laufschaufeln bei axialen oder halbaxialen Maschinen. Sobald die Synchrondrehzahl erreicht ist, werden die Laufschaufeln geöffnet, bis der erzeugte Druck die Förderhöhe übersteigt, worauf man den Schieber öffnet.

Beim Übergang vom Pumpen- auf den Turbinenbetrieb wird umgekehrt vorgegangen und hierauf die Gruppe stillgesetzt. Der Anlauf der Maschine als Turbine bietet keine Schwierigkeiten. Man öffnet langsam den druckseitigen Schieber, bis die Drehzahl etwas unterhalb der Synchrondrehzahl liegt; hierauf wird der Motorgenerator unerregt eingeschaltet, der die für die restliche Drehzahlerhöhung noch notwendige geringe Leistung liefert. Nach Erreichen des Beharrungszustandes wird der Motorgenerator erregt und dann erfolgt die Synchronisierung.

Eine andere Möglichkeit besteht entweder in der Benützung einer Umleitung am Druckschieber für die Feineinstellung der Wassermenge, um die Gruppe bis zur Synchrondrehzahl zu bringen [3], oder — im Falle von Axial- oder halbaxialen Maschinen — in der Regelung der Drehzahl bis zur Synchronisierung durch die verstellbaren Laufschaufeln. Die Schaltung auf das Netz erfolgt dann wie bei einer normalen Turbinengruppe. Die Schaltvorgänge bedürfen somit weder beim Anlauf als Pumpe noch als Turbine eines Leittrades mit verstellbaren Schaufeln.

Das Umschalten vom Pumpen- auf den Turbinenbetrieb kann auch sehr rasch vorgenommen werden, indem man die Gruppe nach Abschalten des Motors auslaufen und dann rückwärtsdrehen läßt, wobei die Öffnung des Schiebers auf ein solches Maß beschränkt bleiben muß, daß die Synchrondrehzahl nicht überschritten wird. Dann schaltet man den Motorgenerator wieder an das Netz.

5) Regelung

Das Problem der Regelung von Umkehrmaschinen im Turbinenbetrieb ist noch umstritten. Vielfach wird nur aus Gewohnheit von den konventionellen Turbinenanlagen her

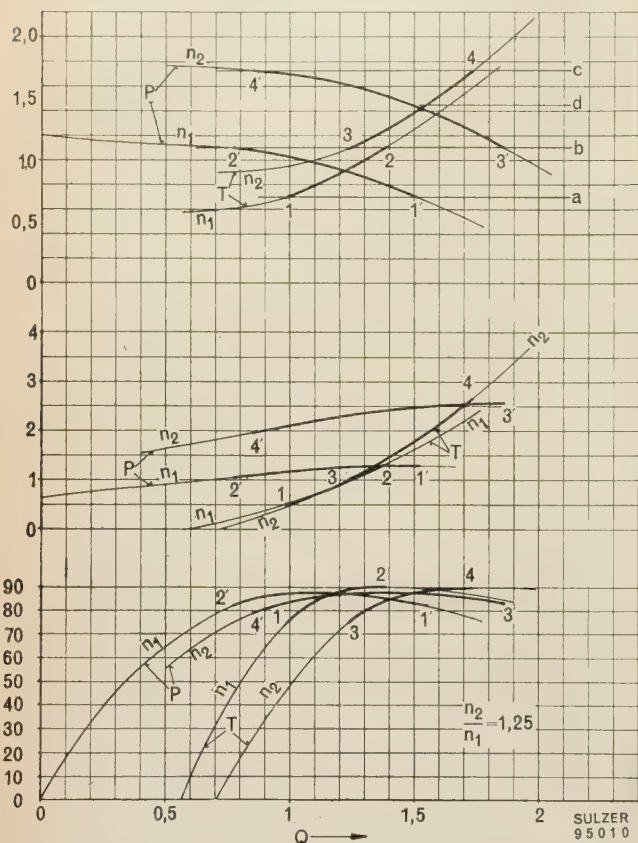


Abb. 11. Kennlinie für zwei verschiedene Drehzahlen

N Leistung

H Manometrische Höhe

Q Menge

Die Zahlen charakterisieren die Grenzbetriebspunkte zum Tiefstpunkt (a) und Höchstniveau (c). b—d Drehzahlwechsel

die Ansicht vertreten, auch Umkehrmaschinen müßten geregelt werden, und es wird auch befürchtet, daß bei zu starken Frequenzschwankungen infolge Nichtregelung der Turbinen Störungen im Stromnetz auftreten könnten.

Wenn man jedoch in Betracht zieht, daß bereits heute beim Inbetriebsetzen oder Abstellen von Speicherpumpen die dabei im Netz auftretenden positiven oder negativen Leistungssprünge von oft mehreren hundert MW ohne weiteres zugelassen werden, ist nicht einzusehen, warum die Lastschwankungen im Turbinenbetrieb unbedingt durch einen Regler ausgeglichen werden müssen. Da das Inbetriebsetzen einer Turbine für das Netz gleichbedeutend ist wie das Abstellen einer Pumpe, kann man sich mit Recht fragen, warum man Umkehrmaschinen nicht auch ungeregt als Turbinen arbeiten lassen soll.

Zumindest in den heute üblichen großen Verbundnetzen, die sogar länderweise zusammengelegt werden, sollte es ohne weiteres zulässig sein, Umkehrmaschinen ohne Regelung in Betrieb zu nehmen. Die Frequenzregelung im Netz kann von den reinen Turbinenanlagen, die mit Reglern ausgestattet sind, in ausreichendem Maße übernommen werden. Nur dadurch läßt sich einer der eingangs besprochenen Vorteile in der Anwendung von Umkehrmaschinen, nämlich die Vereinfachung der Anlage, auch tatsächlich erzielen.

Gebr. Sulzer AG
Winterthur, Schweiz

Schrifttum

- [1] Technische Rundschau Sulzer, (1958), Nr. 3, S. 75.
- [2] Technische Rundschau Sulzer, (1958), Nr. 4, S. 3.
- [3] J. PARMAKIAN: Flatiron Power and Pumping Plant. Mech. Engineering, (1955), August, S. 677 ... 680.
- [4] P. DERIAS und J. G. WARNOCK: Reversible Pump-Turbines for Sir Adam Beck-Niagara Pump-Generating Station. ASME paper 58-A-108.
- [5] A. A. FULTON, T. G. N. HALDANE, R. W. MOUNTAIN: The Practical Application and Economics of Pumped Storage in Great Britain, 5. Weltkraftkonferenz, Wien 1956, Bericht 227 H/38.

Mitteilungen der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie

DK 061.26 (436) : 621.039

Österreichische Industrie und Atomwirtschaft

Anlässlich einer von American Machine & Foundry Company, AMF Atomics, als Lieferfirma des Seibersdorfer 5-MW-Forschungsreaktors, und der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie Ges. m. b. H. veranstalteten Pressekonferenz begrüßte der kommerzielle Geschäftsführer der Studiengesellschaft, Dr. RAPHAEL SPANN, die zahlreich erschienenen in- und ausländischen Pressevertreter, insbesondere den Präsidenten des Aufsichtsrates der Studiengesellschaft, Generaldirektor Dr. RUDOLF STAHL, sowie den Vizepräsidenten, Generaldirektor Dr. KARL LASCHTOWICZKA. Weiters den Generaldirektor Baurat h. c. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. h. c. KARL WIDDMANN, ELIN-UNION AG, und weitere führende österreichische Atomwirtschaftler.

Dr. Spann stellte der Presse den Generaldirektor der American Machine & Foundry Company, Mr. E. W. CHAMBERLAIN, vor. Generaldirektor Chamberlain berichtete über das Ergebnis seiner einwöchigen atomwirtschaftlichen Besprechungen mit der österreichischen Industrie und über die Möglichkeiten einer Einschaltung der österreichischen Produktion in die internationale Atomwirtschaft.

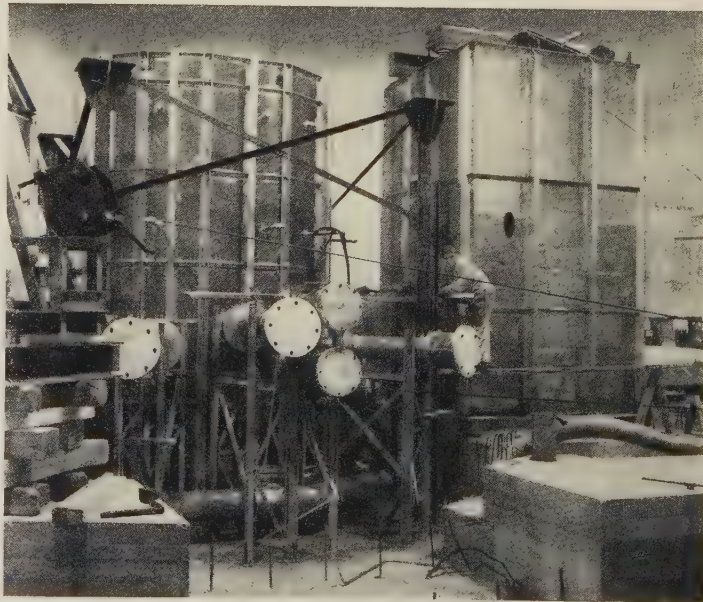


Abb. 1. ASTRA 5-MW-Forschungsreaktor. Ansicht der thermischen Säule und des unteren Tanks der heißen Zelle und der Strahlrohre während der Installation

Chamberlain führte u. a. aus, daß AMF Atomics in 13 verschiedenen Ländern 8 Forschungsreaktoren bereits in Betrieb gesetzt hat und weitere 14 derzeit im Stadium der Planung oder der Ausführung sind. Er hob hervor, daß für

Grund seiner Besichtigungen und der Verhandlungen mit den Generaldirektoren der beteiligten österreichischen Firmen die Möglichkeit erwogen werde, die österreichische Industrie bei der Abwicklung der AMF-Projekte in verschiedenen

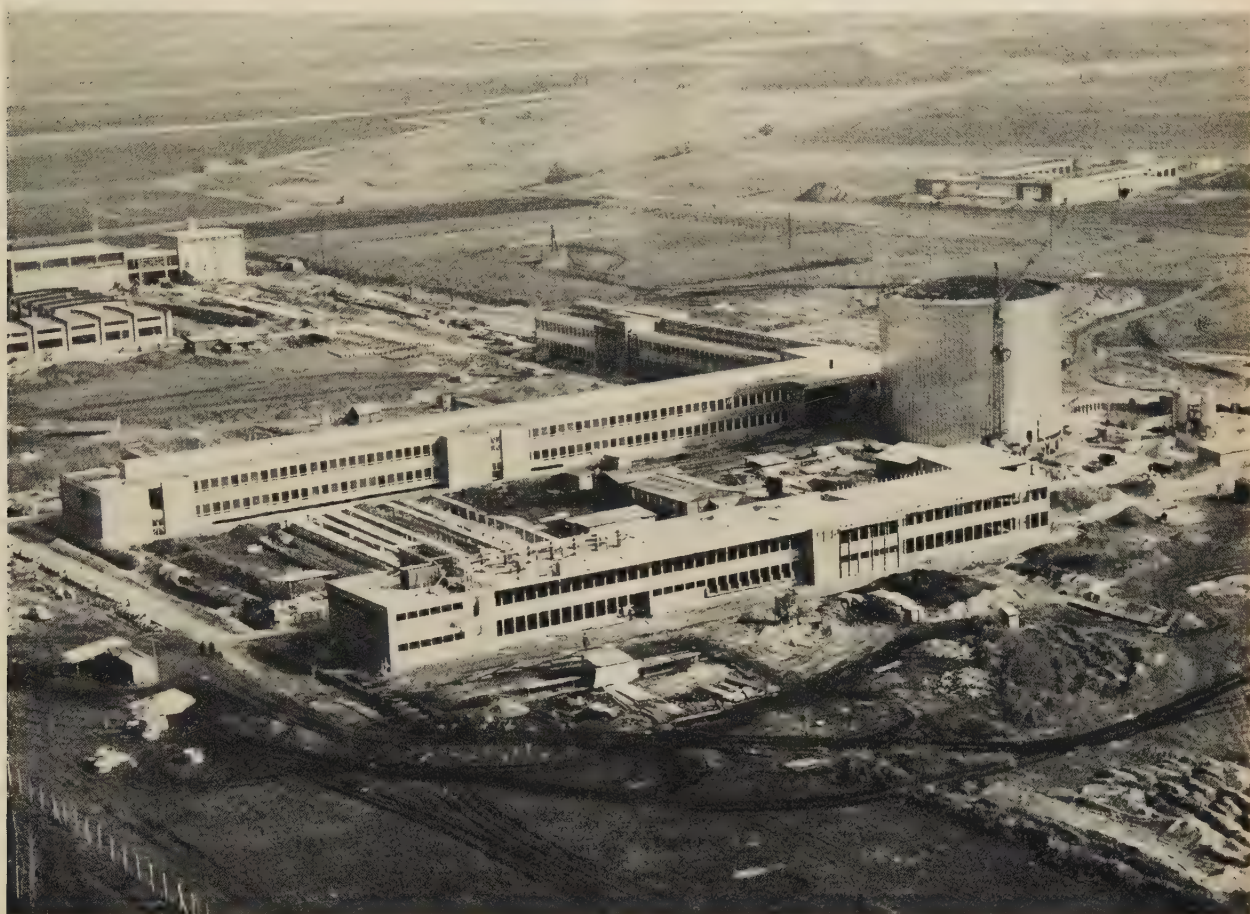


Abb. 2. Flugaufnahme. Im Hintergrund das erste Forschungslaboratorium der Internationalen Atomenergie Organisation

den österreichischen Forschungsreaktor ASTRA 90% der Bestandteile an österreichische Firmen in Auftrag gegeben wurden. Er hat sich selbst davon überzeugt, daß diese Arbeiten in besonderer Qualität ausgeführt worden sind und er bewunderte die Geschicklichkeit und die Fachkenntnisse, mit der die österreichische Industrie Materialien bearbeitet, welche vorher in Österreich noch nicht benützt wurden, so insbesondere spezielle Legierungen von Aluminium. Chamberlain wies zum Schluß darauf hin, daß auf

Ländern durch die Erteilung von Aufträgen mitwirken zu lassen.

Chamberlain und Dr. Spann teilten weiter mit, daß alle Anstrengungen unternommen werden, um den ASTRA-Reaktor im September in Betrieb gehen zu lassen.

Die anwesenden Generaldirektoren der am Reaktor arbeitenden Firmen gaben interessante Äußerungen zum Problem der Einschaltung der österreichischen Industrie in die internationale Atomwirtschaft ab.



Mitteilungen der Elektrotechnischen Versuchsanstalt

Wien III, Arsenal-Objekt 221, Fernsprecher 65 36 66



Prüfgut:

Streuelfeldtransformator

Aufschriften:

Streutransformator

Type SRN 150 F. Nr. 91 757

kVA 0,9 Per/sek 50

Prim V 220 Prim A --

Sek. V $2 \times 3\,000$ Sek. A 0,15

Beschreibung: Kerntransformator gemäß Abbildung, Einbautype zum Betrieb von Leuchtrohrenanlagen für $220\text{ V} \sim / 2 \times 3\,000\text{ V} \sim$, 0,9 kVA. Primär- und Sekundärwicklung getrennt und je zur Hälfte auf beide Schenkel verteilt. Streujoche zwischen den beiden Wicklungen angeordnet. Spulenkörper aus Preßspan, Kupferlackdrahtwicklung, Lagenisolation aus Triazetat-Folie. Sekundäranschluß über Keramikisolatoren, Mittelpunkt mit Schutzleiteranschlußstelle verbunden. Anschluß ans Netz über Keramikblockklemmen.

Antragsteller: L. Wimberger KG, Apparate- und Transformatorfabrik, Wien XVII, Hernalser Hauptstraße 111.

Erzeuger: wie Antragsteller.

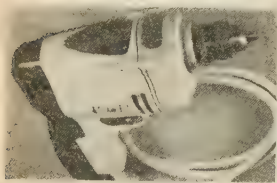
ETVA-Prüfbericht: P. A. Nr. 01446 v. 3. November 1959.

Prüfergebnis: Der Streufeldtransformator hat die Prüfung nach den derzeit in Österreich geltenden elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften bestanden.

Sicherheitszeichen Nr.: 14-W.003.1 v. 4. November 1959.

Zur Verwendung zugelassen: In trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Geräte in dieser Ausführung tragen das österreichische Sicherheitszeichen und werden periodisch nachgeprüft.



Prüfgut:

Universal-Elektrowerkzeug

Aufschriften:



DOUBLE INSULATION

Tested at 4 000 V

Werkmeister plus 8 m ϕ Serien Nr. 12 958
Volt 220 V \approx 3 600 U/min Watt 260 Type SM/A
WOLF ELECTRIC TOOLS LTD, LONDON

Beschreibung: Elektrowerkzeug gemäß Abbildung, schutzisoliert, für 220 V \approx , Anschlußwert 260 W. Antrieb der Arbeitsspindel über Ritzel und Zahnrad durch Universalmotor. Gehäuse aus Leichtmetallguß, Schutzart Pr. 20. Anschluß ans Netz durch festangeschlossene mittelschwere Kunststoffmantelleitung (2 P) und Schutzkontaktstecker. Schutzkontakte nicht angeschlossen.

Antragsteller: Dr. Holter & Co, Wien II, Obere Donaustraße 79.

Erzeuger: Wolf Electric Tools LTD, London.

ETVA-Prüfbericht: P. A. Nr. 01175 vom 3. April 1959.

Prüfergebnis: Das Elektrowerkzeug hat die Prüfung nach den derzeit in Österreich geltenden elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften bestanden.



Prüfgut:

Universal-Elektrowerkzeug

Aufschriften:

Wolf-Cub-Super Handbohrmaschine

6 mm Bohrdurchmesser Serien Nr. 53.91196

Volt 220 \approx Type A Watt 190 Leerlauf 3 000 U/min

WOLF ELECTRIC TOOLS LTD, LONDON

Beschreibung: Elektrowerkzeug gemäß Abbildung für 220 V \approx , Anschlußwert 190 W. Antrieb der Arbeitsspindel über Ritzel und Zahnrad durch Universalmotor. Gehäuse aus Leichtmetallguß. Schutzart Pr 20. Anschluß ans Netz durch festangeschlossene mittelschwere Gummimantelleitung und Schutzkontaktstecker (2 P + E).

Antragsteller: Dr. Holter & Co, Wien II, Obere Donaustraße 79.

Erzeuger: Wolf Electric Tools LTD, London.

ETVA-Prüfbericht: P. A. Nr. 01138 v. 17. November 1959.

Prüfergebnis: Das Elektrowerkzeug hat die Prüfung nach den derzeit in Österreich geltenden elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften bestanden.

Sicherheitszeichen Nr.: 16-H.002.1 v. 20. November 1959.

Geräte in dieser Ausführung tragen das österreichische Sicherheitszeichen und werden periodisch nachgeprüft.



Prüfgut:

Elektroherd

Aufschriften:

Type 1 812 V Fabr. Nr. 1 H

Nennaufnahme 2,2 kW, Backofen 1,8 kW

Nennspg. 220 V, Nur für Wechselstrom \sim

Erdung, Nullung, Schutzschaltung

gemäß VDE

NEFF-WERKE

Carl Neff GmbH BRETTEN

Beschreibung: Elektroschrankherd gemäß Abbildung. Anschlußwert 2 200 W, Thermostat für Backrohr, zwei Kontrollglimmlampen, Herdgehäuse aus emailliertem Blech mit Abmessungen 870 \times 400 \times 600 mm. Gerät mit fester Anschlußleitung (2 P + E) mit Schutzkontaktstecker. 7-Takt-Schalter für Kochplatten.

Antragsteller: Wiener Verkaufsbüro der Neff-Werke, Wien I, Opernringhof 1.

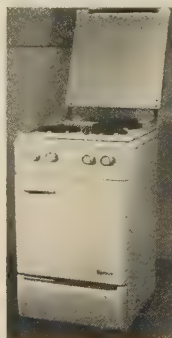
Erzeuger: Neff-Werke, Dr. A. Neff KG, Bretten, Westfalen, DBR.

ETVA-Prüfbericht: P. A. Nr. 01461 a v. 16. September 1959.

Prüfergebnis: Der Elektroherd hat die Prüfung nach den derzeit in Österreich geltenden elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften bestanden.

Sicherheitszeichen Nr.: 41-N.001.1/1 v. 17. September 1959.

Geräte in dieser Ausführung tragen das österreichische Sicherheitszeichen und werden periodisch nachgeprüft.



Prüfgut:

Elektroherd

Aufschriften:

Type 1 823 U Fabr. Nr. 1 H 71438

Nennaufnahme 7,1 kW, Backofen 2,1 kW

Nennspg. 220 V. Nur für Wechselstrom \sim

Nennspg. gleich Heizspannung

Erdung, Nullung, Schutzschaltung

gemäß VDE

NEFF-WERKE

Carl Neff GmbH BRETTEN

Beschreibung: Elektroschrankherd mit drei fest eingebauten Kochplatten, einem Backrohr und einer Schubfahle gemäß Abbildung. Gesamtanschlußwert 7,1 kW. Anschluß an festverlegte Leitungen mit Umschaltmöglichkeit für zwei- und dreiphasigen Anschluß. Eingebaute Schalter für die Kochplatten. Einstellbare Zeitschaltuhr und Wahlschalter an der Oberseite der Lüftungsblende eingebaut. Hitze des Backrohres durch eingebauten Thermostat geregelt. Zwei Kontrollglimmlampen für Anzeige des Betriebes. Herdgehäuse weiß emailliertes Blech. Abmessungen 870 \times 500 \times 600 mm.

Antragsteller: Wiener Verkaufsbüro der Neff-Werke, Wien I, Opernringhof 1.

Erzeuger: Neff-Werke, Dr. A. Neff KG, Bretten, Westfalen, DBR.

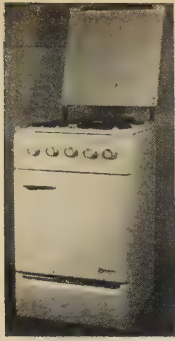
ETVA-Prüfbericht: P. A. Nr. 01461 b v. 16. September 1959.

Prüfergebnis: Der Elektroherd hat die Prüfung nach den derzeit in Österreich geltenden elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften bestanden.

Sicherheitszeichen Nr.: 41-N.001.1/2 v. 17. September 1959.

Geräte in dieser Ausführung tragen das österreichische Sicherheitszeichen und werden periodisch nachgeprüft.





Prüfgut:
Elektroherd

Aufschriften:

Type 1 824 Fabr. Nr. 1 H 70587
Nennaufnahme 8,65 kW, Backofen 2,1 kW
Nennspg. 220 V. Nur für Wechselstrom ~
Nennspg. gleich Heizkörperspannung
Erdung, Nullung, Schutzschaltung
gemäß VDE

NEFF-WERKE
Carl Neff GmbH BRETTEN

Beschreibung: Elektroschrankherd gemäß Abbildung. Anschlußwert 8 650 W. Gerät für Anschluß an festverlegte Leitungen (R + 0 + E), Umschaltmöglichkeit für zwei- und drei-

phasigen Anschluß. 7-Takt-Schalter für Kochplatten. Thermostat für Backrohr, Herdgehäuse weiß emailliert. Abmessungen 870 × 500 × 600 mm. Zwei Kontrollglühlampen.

Antragsteller: Wiener Verkaufsbüro der Neff-Werke, Wien I, Opernringhof 1.

Erzeuger: Neff-Werke, Dr. A. Neff KG, Bretten, Westfalen, DBR.

ETVA-Prüfbericht: P. A. Nr. 01461 o v. 16. September 1959.

Prüfergebnis: Der Elektroherd hat die Prüfung nach den derzeit in Österreich geltenden elektrotechnischen Sicherheitsvorschriften bestanden.

Sicherheitszeichen Nr.: 41 - N.001.1/3 v. 17. September 1959.

Geräte in dieser Ausführung tragen das österreichische Sicherheitszeichen und werden periodisch nachgeprüft.



Chronik

50 Jahre Proksch & Co.

DK 621.312 : 061.5 Proksch

Die Firma wurde mit Beginn des Jahres 1910 von Herrn Dipl.-Ing. FERDINAND PROKSCH gegründet und am 10. März 1910 im Handelsregister eingetragen. Das Werk beschäftigt sich seit seiner Gründung mit der Reparatur und dem Umbau von Elektromotoren (Gleich-, Wechsel- und Drehstrom), Generatoren und Transformatoren bis zu Leistungen von 1 500 kW. Es werden seit vielen Jahren neue, vollkommen geschlossene, auch explosionsgeschützte Drehstrommotoren in Leichtmetallbauweise, ferner in Graugußausführung für die Molkerei- und chemische Industrie gebaut, weiters werden auch serienmäßig polumschaltbare Spezialmotoren für den Antrieb von Waschautomaten, die seit Jahren laufend nach Westdeutschland exportiert werden, hergestellt.

Seit 25 Jahren hat sich die Firma im Bau von Getriebemotoren spezialisiert, die ebenfalls serienmäßig gefertigt und unter dem Namen Proksch-Einheits-Zahnrad-Getriebe-Motoren nicht nur in Österreich, sondern auch in anderen Ländern der Welt zu einem Qualitätsbegriff wurden.

Seit der Gründung wird eine eigene Montageabteilung, die sich sowohl mit der Projektierung elektrischer Anlagen als auch mit der Ausführung der gesamten elektrischen Installation von Gewerbe- und Industriebetrieben und dem Bau von Freileitungen und dem Ortsnetzbau im ganzen Bundesgebiet befaßt, unterhalten.

Das Werk verfügt über einen umfangreichen, gut sortierten Lagerbestand an Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren, die den Kunden auf Reparaturdauer ihrer eige-

nen Maschinen zur Verfügung gestellt und so Betriebsausfälle vermieden werden. Aber auch der Bauindustrie werden diese Maschinen auf Baudauer vermietet.

Die Firma ist geistiger Eigentümer und Inhaber vieler eigener Patente im In- und Ausland, die zum Teil die Grundlagen ihres Erzeugungsprogrammes bilden. Der verstorbene Firmengründer Dipl.-Ing. Ferdinand Proksch ist auch der Erfinder der Neon-Leuchtstoffröhre, worüber die Firma viele europäische, aber auch das Patent der Vereinigten Staaten von Nordamerika besitzt, wozu letzteres am 5. Januar 1937, also zwei Jahre nach seinem Tod, unter der Nummer 2 066 549 erteilt wurde. Mit dem Beginn des zweiten Weltkrieges wurde dieses Patent als Feindeseigentum von den Amerikanern beschlagnahmt und in Zwangslizenz vergeben, und zwar an einen amerikanischen Elektro-Großkonzern. Proksch ist mit dem State Department wegen der Schadenersatzansprüche in Unterhandlung.

In den 50 Jahren des Bestandes der Firma wurden dort ungefähr 1 000 Jugendliche zu tüchtigen Facharbeitern und Bürokräften ausgebildet, ein Großteil blieb auf den Schlachtfeldern der beiden Weltkriege, ein anderer Teil ist seither im Werk jahrelang in Stellung, der Rest ist in anderen Werken oder in staatlichen oder kommunalen Betrieben in gehobenen Stellungen untergebracht. Die Firma läßt sich die Ausbildung der Jugend, die laufend vom Firmengesellschafter STEFAN PROHACZKA betreut wird, besonders angelegen sein.

Buchbesprechungen

DK 620.9 (03) : 621.311.1 (048.1)

Enzyklopädie der Energiewirtschaft. Herausgegeben von M. WOLF. Zweiter Band: Belastungskurven und Dauerlinien in der elektrischen Energiewirtschaft. Von M. Wolf und H. JUNCE. 563 S., 473 Abb., 88 Zahlentafeln, 3 Formeltafeln und Anhang. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer-Verlag. 1959. Ganzleinen DM 97,50.

Die Energiewirtschaft hat in der Volkswirtschaft aller hochentwickelten Länder eine solche Bedeutung erlangt, daß man mit Genugtuung zur Kenntnis nimmt, daß ein weltbekannter Verlag eine „Enzyklopädie der Energiewirtschaft“ herausbringt und damit eine große Lücke ausfüllt. Dieses umfassende Sammelwerk soll in fünf Bänden erscheinen, von denen der erste die Grundbegriffe der elektrischen Energiewirtschaft behandeln wird, während sich

der eben erschienene zweite Band mit den Belastungskurven und Dauerlinien in der elektrischen Energiewirtschaft befaßt. Der dritte Band wird sich mit den Selbstkosten und der vierte mit Verträgen und Tarifen beschäftigen, während der fünfte Band die Heizkraftwerke zum Gegenstand hat. Aus dieser, dem Vorwort zum zweiten Band entnommenen Darstellung der Absichten des Herausgebers scheint sich aber zu ergeben, daß nicht vorgesehen ist, eine Enzyklopädie der gesamten Energiewirtschaft, sondern eine solche der Elektrizitätswirtschaft (warum „elektrische Energie-Wirtschaft“?) zu bringen; oder sollen darüber hinaus weitere Werke erscheinen?

Max Wolf, ein bekannter deutscher Elektrizitätswirtschaftler, ist sich der Schwierigkeiten bei der Bearbeitung und Darstellung des umfangreichen Gebietes der Elektrizitätswirtschaft voll bewußt und weist in der Einleitung zum

vorliegenden zweiten Band auch darauf hin. Warum als erstes Werk der zweite Band gedruckt wurde, begründeten die Verfasser damit, daß die Begriffsbestimmungen, deren Behandlung dem ersten Band vorbehalten wird, noch zu sehr Änderungen unterworfen sind und ständig von verschiedenen internationalen Organisationen beraten und bearbeitet werden.

Dieses Fehlen einheitlicher Begriffsbestimmungen wirkt sich leider zum Teil auch in dem im folgenden besprochenen zweiten Band aus (z. B. Seite 57: Grundlast; tageskonstant, jahreskonstant usw.). Einleitend werden Begriff und zeichnerische Darstellung der Belastungskurve behandelt, woran sich Tagesbelastungskurven verschiedener typischer Abnehmer schließen. Die Beschreibung der normalisierten Kurven der Wirkbelastung (symbolische, rangierte Kurven und reduzierte Mittelwertkurven) und der tatsächlichen Kurven der Blind- und Scheinleistung (hier fehlt die Übereinstimmung im statistischen Sinn) folgen. Beziehungen zwischen Wirk-, Blind- und Scheinleistung, sowie Ableitung von Näherungsbeziehungen zwischen den Augenblickswerten hierzu werden erläutert, bevor mathematische Instrumente zur Bestimmung des Inhaltes von verschiedenen Kurven und maschinellen Hilfsmitteln zur Ermittlung von Dauerlinien beschrieben werden. Dann werden Ausgleichsprobleme, Überlagerung von Dauerlinien mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung, weitere Belastungs-Darstellungen und Analyse und Synthese von Belastungskurven erläutert. Dauer- und Häufigkeitslinien für Lufttemperatur, Wärme, Wind und Wasser werden gebracht, worauf das Werk mit einem Anhang (Nomogramme und Zahlentafeln), einem Namens- und einem Sachverzeichnis abgeschlossen wird.

Mit anerkennenswertem Fleiß und großer Sachkenntnis wurde eine ungeheure Fülle von Unterlagen, Daten und Werten, sowie Untersuchungen und Methoden zusammengetragen, geordnet und in zum großen Teil sehr anschaulicher Form dargestellt; nachdem aber an dieses Werk wegen seines hohen Niveaus strengster Maßstab angelegt werden darf, muß doch darauf hingewiesen werden, daß (bei aller Würdigung des grundlegenden Werkes von R. SCHNEIDER und auch mit vollem Verständnis für die Berücksichtigung „historischer“ Momente) einiges schon sehr veraltet ist (Belastungslinien aus dem Jahre 1927 usw.), während moderne Auffassungen und Überlegungen, insbesondere in Hinblick auf die großräumige Elektro-Verbundwirtschaft (und auch auf jene der Industrie-Eigenanlagen), nur sehr spärlich gebracht werden. Hinweise auf Möglichkeiten der statistischen Auswertung — die Elektrizitäts-Statistik ist ja eine der bestentwickelten — wären erwünscht.

Auf Unstimmigkeiten bei einigen Darstellungen und im Text soll hier nicht näher eingegangen werden, denn diese sind in einer so weitreichenden Enzyklopädie unvermeidlich und außerdem wird auf sie sicherlich von anderer Seite hingewiesen werden; zwei grundsätzliche Fragen sollen aber doch noch angeschnitten werden, die vielleicht bei der Erstellung der weiteren Bände berücksichtigt werden könnten: Will nicht doch der Herausgeber einige Experten aus ganz Europa für die Mitarbeit heranziehen (was ja bei Enzyklopädien üblich ist und besonders beim ersten Band vielleicht sogar notwendig werden wird)? Weiters wäre zu prüfen, ob nicht die rein theoretischen Abhandlungen wesentlich gekürzt und die praktischen Anwendungsmöglichkeiten mehr herausgestellt werden sollten. Literaturhinweise, Ansätze und Ergebnisse würden in vielen Fällen genügen, denn die gegenständliche Enzyklopädie soll bei Wahrung aller wissenschaftlichen Gründlichkeit und Exaktheit nicht nur praktisch tätigen Ingenieuren, sondern auch Studierenden, sowie Betriebs- und Volkswirtschaftlern dienen.

Das ausgezeichnet redigierte Buch kann bestens empfohlen werden.

L. BAUER

DK 621.039 (048.1)

Nutzenergie aus Atomkernen. Einführung in Physik und Technik von Kernreaktor und Atomkraftwerk. Von K. R. SCHMIDT. Band I: XVI, 594 Seiten mit 423 z. T. farbigen Abb. Berlin: Walter de Gruyter & Co. 1959. Kunstleder geb. DM 106,—.

In diesem zweibändigen Werk, dessen erster Band vorliegt, wird es unternommen, das gesamte Gebiet der Kernenergietechnik darzustellen. Der damit verbundenen Schwierigkeiten ist sich der Verfasser bewußt. Er sagt im Vorwort, daß es sich um ein Wagnis handelt, welches nur durch den auch darin liegenden Reiz aufgewogen wurde. Der Leser wird auf alle Fälle eine zusammenfassende Darstellung des ganzen Gebietes begrüßen, sofern die einzelnen Kapitel so weit ins Detail eingehen, daß ein Überblick über das Studiengebiet z. B. für Studenten möglich ist. Die Aufgabe ist dem Verfasser durchaus gelungen. Wenn naturgemäß manchmal ein Wunsch offen bleibt, so ist dies verständlich und unvermeidbar.

Im ersten Band werden zunächst in den einleitenden Kapiteln allgemeine physikalische und chemische Einführungen über Elementarteilchen, Atomkerne, radiaktive Eigenschaften usw. gebracht.

Der nächste Abschnitt befaßt sich mit den Kernreaktoren selbst. Hierbei ist die konstruktive Seite des Aufbaues von Reaktoren etwas zu kurz gekommen. Während das Buch diesbezüglich keine einzige technische Abbildung enthält, finden sich in späteren Kapiteln vielleicht unnötigerweise Schnittzeichnungen von konventionellen Dampfkesseln und Dampfturbinen. Die anschließend behandelte Reaktorthorie hätte vielleicht, ihrer Bedeutung entsprechend, etwas ausführlicher gehalten werden können.

Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den in Reaktoren vorkommenden Werkstoffen. Hier wird ein wertvoller Überblick über alle in Frage kommenden Eigenschaften gegeben.

Das Kapitel über die mit der Reaktoranlage zusammenhängende Wärmekraftanlage ist ziemlich ausführlich. Hier wären vielleicht Kürzungen möglich gewesen, insbesondere, was allgemeine thermodynamische Darlegungen anbelangt.

Der letzte Abschnitt über speziell chemische Probleme befaßt sich mit Chemie und Aufbereitung der Spaltstoffe.

Das Buch ist als einführendes Werk an Hochschulen sowie auch für den werktätigen Ingenieur wertvoll und verschafft ihm einen Gesamtüberblick über das Fachgebiet. Es kann bestens empfohlen werden.

M. LEDINEGG

DK 621.311.22-181.2 (048.1)

Große Dampfkraftwerke. Planung, Ausführung und Bau. Herausgegeben von K. SCHRÖDER. Erster Band: Kraftwerksatlas mit Kennwerten von 200 Kraftwerken, 98 Kraftwerksbeschreibungen und 6 Ausführungsbeispielen. Mit 978 Abb., XV, 1073 S. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer-Verlag. 1959. Ganzleinen DM 192,—.

Vom gesamten Werk, das zweibändig vorgesehen ist, liegt derzeit der erste Band vor. Der Untertitel „Kraftwerksatlas“ drückt in bestem Maße den Inhalt des Buches aus. Von rund 200 zweckmäßig ausgewählten großen Dampfkraftwerken, die in den letzten zehn Jahren errichtet wurden, bzw. noch in Bau sind, sind die wichtigsten Kenndaten, wie Dampfzustand, Leistung, Anzahl der Anzapfungen für die Speisewasservorwärmung, Brennstoff, Kesselleistung und Wärmeverbrauch, übersichtlich zusammengestellt. Die USA und die Bundesrepublik Deutschland stellen den Großteil der beschriebenen Anlagen, insgesamt sind jedoch Kraftwerke aus 21 Ländern, darunter 2 Anlagen aus der UdSSR, angeführt.

Wesentlich erscheint aber, daß 98 Kraftwerke einer eingehenden Beschreibung unterzogen sind. Außer der möglichst weitgehenden Nennung der wichtigsten technischen Daten der Kessel- und Turbinenanlagen, sind auch jeweils

der Lageplan, das Wärmegrundschaftschema, der elektrische Übersichtsschaltplan, der Querschnitt und der Grundriß des Kraftwerkes, eine Architekturskizze und einige bemerkenswerte Einzelheiten über Planung und Bau auf jeweils sechs Buchseiten in diesen Beschreibungen enthalten. Zusammen mit sechs ausführlich in allen Einzelheiten besprochenen Kraftwerken werden damit eine Fülle von Zahlenmaterial und eine Reihe von Ausführungsdetails gebracht, aus denen für alle am Kraftwerkbau beteiligten Kreise interessante Ergebnisse gewonnen werden können.

Der Verfasser führt auch diesbezüglich in der Einleitung einige Zusammenstellungen mit Kennwerten bzw. Gegenüberstellungen von Betriebsdaten an, wobei vor allem die ins Detail gehenden und äußerst aufschlußreichen Werte amerikanischer Kraftwerke auffallen. Dasselbe gilt für die zwei amerikanischen Anlagen (Eddystone der Philadelphia Electric Co. und Gallatin der Tennessee Valley Authority) innerhalb der sechs ausführlich besprochenen Kraftwerke, die ebenfalls die Bereitwilligkeit der Amerikaner bekunden, Erfahrungen und Erkenntnisse zu veröffentlichen. Von den Anlagen, denen der Verfasser und seine Mitarbeiter besonders nahestehen, kann dies nicht in jedem Punkt behauptet werden, wobei darauf hingewiesen werden soll, daß in jüngster Zeit auch in Europa in einigen Fällen durchaus freimütig über Betriebserfahrungen und Kostenfragen von Dampfkraftwerken berichtet wurde. Gerade diese Betriebserfahrungen würden vor allem den Betreibern von Dampfkraftwerken wertvolle Hinweise liefern und es wäre wünschenswert, wenn in dieser Hinsicht zusammengefaßte Darstellungen gegeben werden könnten.

Alles in allem haben der Verfasser und seine Mitarbeiter es in dankenswerter Weise unternommen, aus einer Fülle von Veröffentlichungen bzw. eigenen Ermittlungen einen außerordentlich gut gegliederten, reichhaltigen und umfangreichen Einblick in den heutigen Stand der Kraftwerkstechnik in aller Welt zu geben, so daß vor allem dem Kraftwerksplaner, aber auch den Fachleuten für die einzelnen Anlagenteile wertvolle Hinweise und Anregungen für die Gestaltung eines großen Dampfkraftwerkes gegeben werden. Es ist sicher, daß das vorliegende Buch eine weite Verbreitung finden wird.

R. SCHERIAU

DK 621.396.621.53 (048.1)

Superhet-Empfänger. Von H. SUTANER. 1. und 2. Auflage. 125 Seiten mit 107 Bildern. München: Franzis-Verlag. 1959. DM 3,20.

Es ist sehr zu begrüßen, daß dem Überlagerungsempfänger (Superhet) ein eigener Band gewidmet wurde, hat doch in letzter Zeit die UKW-Technik ein immer größeres Anwendungsgebiet gefunden. Vor etlichen Jahrzehnten hat die Rundfunktechnik mit dem Detektorempfänger ihren Anfang genommen. In weiterer Folge wurden die Röhrenempfänger, die Ein- und Zweikreisempfänger entwickelt, den Höhepunkt erreichte jedoch die Radioempfangstechnik — nach dem jetzigen Stand der Technik — im Superhet. Man kann mit Recht von diesem als dem „König“ der Empfänger sprechen. Nun sind für die UKW-Technik eigene Bausteine für die Überlagerungsempfänger notwendig, z. B. die Eingangsstufe von AM/FM-Superhets, was auf jahrelangen Erfahrungen fußt. Die bei dem Bau von Superhets auftretenden Probleme und ihre Lösung sowie überhaupt alles Wissenswerte darüber sind in dem vorliegenden Band in gutem, systematischem Aufbau zu finden. Der Text ist leicht verständlich und durch zahlreiche Abbildungen veranschaulicht. Jener Praktiker, der über die Grundkenntnisse der Radiotechnik verfügt, wird durch das Studium des vorliegenden Buches mit der Arbeitsweise des Super leicht vertraut werden. Es wurde auf die Grundschaltungen der einzelnen Empfängerschaltstufen näher eingegangen und die neuzeitlichste Schaltungstechnik mit den erforderlichen Konstruktionsdetails erörtert. Hierbei wurde darauf Bedacht ge-

nommen, daß durch eine leicht faßliche Ausdrucksweise und viele Erklärungen dieser Band einem weiten Leserkreis Wissen vermitteln kann. Zunächst ist das Grundprinzip des Transponierungsempfängers mit einem kurzen Überblick über die Entwicklung des Superhet behandelt worden. Sodann wurden die Begriffe der Überlagerung, der Amplitudenmodulation (AM) sowie der Frequenzmodulation (FM) erläutert. Im folgenden I. Teil wird der AM-Superhet ausführlich behandelt: Zweck und Arten der Mischstufe, die Spiegelfrequenz, Oszillatorschaltungen, Antennenkopplung, Hochfrequenz, Vorstufe, Schaltungen zur Spiegelfrequenzunterdrückung, Zwischenfrequenz, Saug- oder Sperrkreis, Einknopfabstimmung, Zwischenfrequenzverstärker, Demodulation, automatische Lautstärkeregelung, Abstimmmanzeige.

Mit der gleichen Gründlichkeit wird im II. Teil auf den FM-Superhet eingegangen. In den weiteren Kapiteln wird der Leser mit den näheren Details der einzelnen Bauteile bekanntgemacht, und so mit den Spezialeinrichtungen und deren Bezeichnungen, wie z. B.: UKW-Tuner, Diskriminator usw., vertraut. Dem Amateur werden wertvolle Hinweise und Daten angegeben. Die gelegentliche mathematische Behandlung des Stoffes wird sicherlich von den der Materie Näherstehenden und von Studierenden begrüßt werden, dies um so mehr, da auch Zahlenbeispiele vorzufinden sind.

Im III. Teil wird der Niederfrequenzverstärker gestreift und im letzten Kapitel, IV. Teil, werden einige kritische Betrachtungen über den Selbstbau von Superhet-Empfängern angestellt.

Die vielen Abbildungen (Diagramme, Schaltbilder, Fotos), die alle für sich selbst sprechen, wie auch sehr aufschlußreiche Tabellen ergänzen den Text. Das auf vier Seiten in Kleindruck untergebrachte Beispiel eines industriellen FM/AM-Supers (Philips-Sirius 373) geht ausführlich auf die systematische Beschreibung der Schaltung ein. Es ist dies zugleich eine gute Einführung in das „Schaltungslesen“. Das Buch schließt mit einem, allerdings knapp gehaltenen, Stichwörterverzeichnis. Allen technisch Interessierten, sei es der Durchschnittspraktiker oder der beruflich auf funktischem Gebiet Tätige, der Rundfunkmechaniker, Techniker oder Ingenieur, welche sich näher mit dem Transponierungsempfänger (Superhet) vertraut machen wollen, wie auch Studenten der einschlägigen Fachschulen, sei dieses Buch bestens empfohlen.

W. DUENBOSTEL

DK 621.37=2 (048.1)

Microwave Data Tables. Von A. E. BOOTH. 61 S. London: Iliffe & Sons Ltd. 1959. 27 s. 6 d. net.

Jeder Ingenieur, der mit der Auswertung von Messungen an Hohlleitern oder Lecherleitungen befaßt ist, steht vor der Aufgabe, mit Hilfe einiger weniger, mathematisch einfacher Beziehungen aus den Meßwerten ableitbare Größen numerisch zu berechnen.

Diese bisher äußerst langweilige und zeitraubende Aufgabe ist mit den im vorliegenden Buch zusammengestellten Tabellen leicht und rasch zu lösen. Übersichtliche Tabellen zeigen die Umwandlung von Dezibel in das Leistungs- bzw. Spannungs- oder Stromverhältnis, des Stehwellenverhältnisses in den Spannungs- und Leistungsreflexionskoeffizienten sowie in den Reflexionsverlust, ferner die Quadrate von 0,000...0,999 (Umwandlung des Spannungs- in den Leistungsreflexionskoeffizienten) und die Reziprokwerte von 0,000...0,999 (Berücksichtigung der beiden verschiedenen Definitionen des Stehwellenverhältnisses) in Stufen von 0,001. Die Wellenlänge im freien Raum, die Hohlleiterwellenlänge für den H_{10} -Modus im Rechteck-Hohlleiter sowie für den H_{11} -Modus im runden Hohlleiter für eine gegebene Frequenz können weiteren Tabellen entnommen werden. Sehr brauchbar erweist sich eine Zusammenstellung der Daten der ersten sechs Moden im runden Hohlleiter (bei zwei verschiedenen Innendurchmessern) und der Frequenzbänder (mit zugehörigen Hohlleitertypen) bis 60 GHz. Die Umrech-

nungstabelle von cm auf Zoll bietet dem Leser englischer und amerikanscher Fachliteratur eine angenehme Hilfe. Wer mit diesem Buch einmal arbeitet, wird es im Laboratorium bald nicht mehr entbehren wollen.

G. GRAU

DK 389.63 (43) : 669.2/8 (048.1)

DIN-Taschenbuch 4 Teil B: Werkstoffnormen — Nichteisenmetalle. Zusammengestellt vom Fachnormenausschuß „Nichteisenmetalle“ (FNNE). Herausgegeben vom Deutschen Normenausschuß (DNA), Berlin W 15. 19., geänderte und erweiterte Auflage. 232 S. Berlin-Köln-Frankfurt (Main): Beuth-Vertrieb GmbH. 1959. Brosch. DM 18,60.

Die im Juli 1959 erschienene Auflage eines Taschenbuches für Normen auf dem Gebiete der Nichteisenmetalle setzt die bekannte, schon zur Tradition gewordene Zusammenfassung der bis zum Ausgabetag erschienenen Normen fort und weist gegenüber der 18. Auflage 12 neue und 15 überarbeitete Normen auf. Allerdings wird der Konstrukteur aus der Gruppe Werkstoffprüfung 12 Normen vermissen, die jetzt in der inzwischen erschienenen geänderten und erweiterten zweiten Auflage des Taschenbuches 19

(Oktober 1957) „Materialprüfung für metallische Werkstoffe“ enthalten sind. Desgleichen erscheint nicht aufgenommen das DIN-Blatt über Nickel und Kobalt, das DIN-Blatt über Kurzzeichen für den Härtezustand von Halbzeug aus Messing, Kupfer und Walzbronze, welche zur Zeit in Überarbeitung stehen bzw. zurückgezogen wurden.

Der Inhalt des vorliegenden Taschenbuches wurde auf Wunsch der Benützer in dieser Auflage neu geordnet. Das Taschenbuch ist in zwei Hauptgruppen „Werkstoffe“ und „Abmessungen von Halbzeug“ unterteilt. Erstmals fällt in einem Teil, u. zw. in der Gruppe „Aluminium-Gußlegierungen“, die Neueinführung von Werkstoffnummern auf. Diese weisen hinter der Hauptgruppennummer (die z. B. für Leichtmetall „3“ lautet) eine vierstellige Sortennummer als Charakteristikum für die Zusammensetzung und eine zweistellige Anhängenzahl als Zustandsbezeichnung auf.

Durch die Einführung der Werkstoffnummern kann für Bestellungen die Angabe der Kurzzeichen entfallen, dies soll zur Vereinfachung im Bestellwesen beitragen. Ein Verzeichnis der DIN-Normen gestattet ein leichtes Auffinden einer bekannten Normennummer und bietet dadurch ein wertvolles Hilfsmittel für den Konstrukteur und den Einkäufer.

L. BAUSENWEIN

Eingelangte Bücher und Schriften

Neue ÖNormen

E 4750 2., geänderte Ausgabe, Transformatoren, Größtmaße von Drehstrom-Öltransformatoren für Freiluftaufstellung nach ÖNorm E 4702,

E 4765 Transformatoren, Ölablaßvorrichtung,

E 4766 Transformatoren, Luftentfeuchter.

Zu beziehen im Sekretariat des ÖVE, Wien I, Eschenbachgasse 9.

Mitteilungen

44. Schweizer Mustermesse, Basel, 1960

Anläßlich der Pressekonferenz der Schweizer Mustermesse, Basel, hielt Dr. ALFRED WOLF einen Vortrag, in dem er besonders auf die Probleme des schweizerisch-österreichischen Handels einging. Ein Teil seiner Ausführungen befaßte sich mit den Auswirkungen, die die Gründung der europäischen Freihandelszone haben werden. Der Redner stellte jedoch fest, daß sowohl die Schweiz als auch Österreich durch die Mitgliedschaft bei der EFTA ein gewisses Ansteigen des gegenseitigen Warenaustausches erwarten werden können, daß jedoch niemals auch nur ein annähernder Ersatz für die verschlechterten Absatzmöglichkeiten in den EWG-Staaten geschaffen werden kann.

In einem zweiten Vortrag, der von Herrn Dr. MARTIN TROTTMANN gehalten wurde, berichtete dieser über das Angebot der einzelnen Industriesparten an der Schweizer Mustermesse. Daraus ging hervor, daß besonders die Elektroindustrie mit allen ihren Zweigen vom Großmaschinenbau bis zu der Fernmeldetechnik und Elektronik auf der Messe sehr intensiv vertreten sein wird.

Den Elektrotechnikern, die an dem internationalen Markt besonderes Interesse haben, wird der Besuch der Mustermesse besonders empfohlen.

Internationale Ausstellung „Elektrowärme und Elektrochemie“, Belgrad, Juni 1960

Anläßlich des am 20., 21. und 22. Juni 1960 stattfindenden I. Kongresses „Theoretische und angewandte Chemie“

(„Ier Congrès de Chimie Pure et Appliquée“) findet eine Ausstellung der chemischen Industrie Jugoslawiens statt. Im Rahmen dieser Veranstaltung wird eine internationale Ausstellung „Elektrowärme und Elektrochemie“ durch das jugoslawische Komitee für Elektrowärme und Elektrochemie organisiert. Gleichzeitig findet in der Zeit vom 22. bis 30. Juni ein internationales Kolloquium über diese beiden Themen statt, bei welchem elf Vorträge vorgesehen sind, die von Fachleuten verschiedener europäischer Länder gehalten werden. Über dieses Kolloquium sowie über die Ausstellung erteilt das Generalsekretariat des jugoslawischen Komitees für Elektrowärme und Elektrochemie (Comité Yougoslave d'Electrothermie et d'Electrochimie), Beograd, Moše Pijade 12, alle gewünschten Auskünfte.

Unterlagen über die Ausstellung können durch die Direktion der Belgrader Messe (Direction de la Foire de Belgrade), Beograd, Vojvode Mišića 14, angefordert werden.

Vortrag im ÖVE

4. Mai 1960: Vortrag des Herrn Prof. Dr.-Ing. HUBERT ROTHERT (AEG, Berlin) über: „Probleme des Elektromaschinenbaues“. Zeit: 18.00 Uhr c. t. — Ort: Wien I, Eschenbachgasse 9, II. Stock, Großer Saal.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

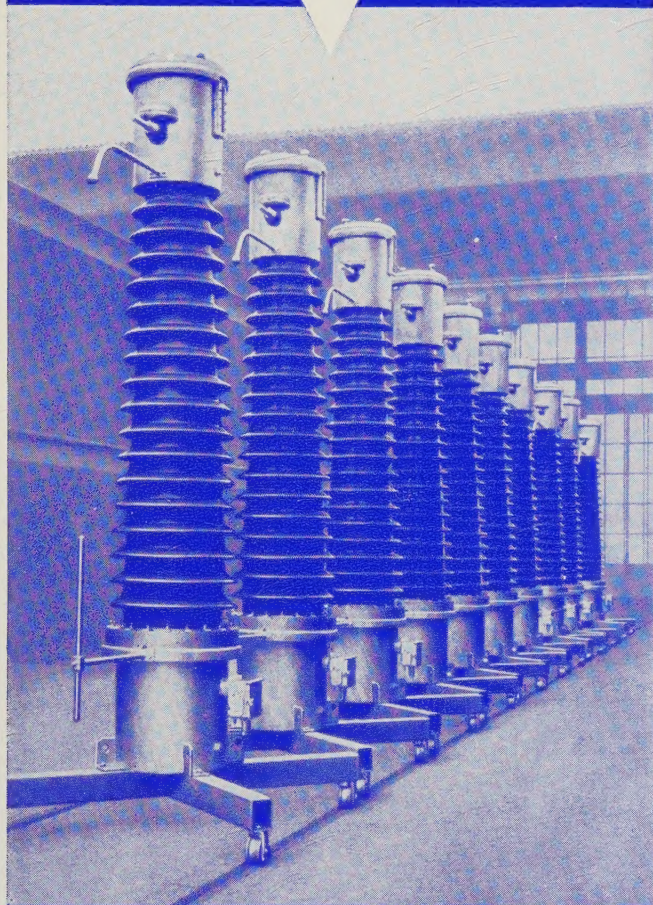
Prof. Dr. L. Kneissler, Elektrotechnisches Institut der Technischen Hochschule Wien, Wien IV, Gußhausstraße 25.

Dr. Otto Loh, Neuss am Rhein, Oberstraße 126, B. R. D.

MOSER-GLASER

220 kV

MESSWANDLER



**Stossensionungssicher
nach den Koordinationsregeln
und -leitsätzen des SEV**

Vertretung:

DIPL.-ING. W. WOLF

GRAZ, KAISERFELD GASSE 22

Tele.: 81-8-52

FS.: 033-57


SIEMENS
MESSTECHNIK

OSCILLARZET

OSCILLARZET 15

der beim Fehlersuchen und bei Kontrollmessungen in Werkstätten und im Kundendienst vielfach bewährte Wechselspannungs-Oszillograph mit umschaltbarem Y-Verstärker
1 Hz bis 5 MHz
(max. 35 mV/cm)
2 Hz bis 600 kHz
(max. 6 mV/cm)



für hohe Ansprüche



OSCILLARZET 05

ein geeichter und triggerbarer Gleichspannungs-Oszillograph daher auch geeignet zum Messen des Gleichspannungsanteils einer Meßspannung und für einmalige Vorgänge
0 bis 5 MHz (max. 50 mV/Teil) (1 Teil = 0,6 cm)
0 bis 1,2 MHz (max. 15 mV/Teil)

Weitere Einzelheiten finden Sie in unserer Druckschrift SH 7200, die wir Ihnen auf Wunsch gern zusenden

SIEMENS & HALSKE
GESELLSCHAFT M.B.H.
WIENER SCHWACHSTROMWERKE

Generalvertretung der
SIEMENS & HALSKE A.G.
BERLIN — MÜNCHEN FÜR ÖSTERREICH



FELTEN & GUILLEAUME

FABRIK ELEKTRISCHER KABEL, STAHL-
UND KUPFERWERKE AKTIEN-GESELLSCHAFT

WIEN, BRUCK/MUR, DIEMPLACH

Fernmeldekabel aller Art

Coaxialkabel

Hochspannungskabel für jede Spannung

Imprägnierte Papierbleikabel

Ölkabel bis 220 kV

Gummi- und Kunststoffkabel

Leitungs-, Wickel- und Schaltdrähte jeder
Isolationsart

Emaillierte Drähte

Kupfer- und Aluminiumdrähte

Freileitungsseile

Drahtseil-Sonderausführungen

Eisen- und Stahldrähte

Drahtstiften

Spannbetondrähte

Baustahlgitter

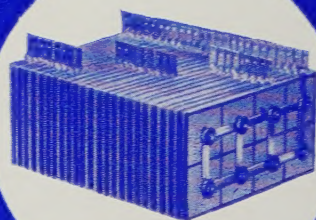
bi-Stahl



GLEICHRICHTER

ANLAGEN

SCHRACK



SELENGLEICHRICHTER



SILIZIUMGLEICHRICHTER

SYSTEME



GERMANIUMGLEICHRICHTER